

ISSN 0130-5972

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

3

1986







Ресурсы	ПРОГРАММА ХИМИЗАЦИИ. В. В. Листов	2
Репортаж	СУММА МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. В. Станцо	9
Проблемы и методы современной науки	ХОРОШЕЕ РАЗВИТИЕ. В. Г. Дебабов	16
	БЕЗУМНЫЙ КВАНТОВЫЙ МИР. А. Борисов	20
	ДНК ВБЛИЗИ АБСОЛЮТНОГО НУЛЯ. Э. Л. Андроникашвили	27
Размышления	ИНЖЕНЕР И ЭВМ. Я. М. Пархомовский	36
Элемент № ...	АЛЮМИНИЙ: МЕЖДУ ПРОШЛЫМ И БУДУЩИМ. С. А. Петухов	41
Технология и природа	БЕРЕГИТЕ ПОПУЛЯЦИИ! Ю. П. Алтухов	48
	«ВЫСТРЕЛ» ЭЛЬ-НИНЬО. Д. Беренбейм	52
Гипотезы	ЗАГАДКА ГОЛУБЫХ ГЛАЗ. А. С. Новохатский, И. В. Клюка	54
	«СИНИЕ ЗВЕЗДЫ ОЧЕЙ...»	56
	МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ. Е. А. Прокофьев, И. Лампрехт, Р. С. Зотина, А. И. Зотин	58
Здоровье	СУЩАЯ МЕЛОЧЬ... О. Ольгин	63
Ресурс	ПОВЕДЕНИЕМ ПТИЦ НУЖНО УПРАВЛЯТЬ. В. Д. Ильичев	67
Вещи и вещества	ШЕРСТЬ В РАЗНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ. М. Максимова, М. Залесский	70
Страницы истории	ПЕРЕЧИТЫВАЯ КЛАССИКУ. З. Е. Гельман	84
	ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ СРОДСТВО. И. В. Гете	86
Фантастика	БЕСПРИЗОРНИК. С. Логинов	92
<p>НА ОБЛОЖКЕ — рисунок * В. Перевезенцева к статье «Сумма мембранных технологий».</p> <p>НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина Р. Фалька «Женщина в синем» (из альбома «Образ современника», М.: Советский художник, 1978) И на портретах, и в жизни мы часто видим голубые, серые, зеленые глаза, хотя, как установлено наукой, в радужке человека нет пигментов таких цветов. О причинах этого странного явления, имеющего следствием столь прекрасный результат, говорится в статье «Загадка голубых глаз»</p>	ПОСЛЕДНИЕ ИЗВЕСТИЯ	26, 58
	БАНК ОТХОДОВ	45
	ПРАКТИКА	46
	ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ	65
	БАНК НАУЧНЫХ ИДЕЙ	65
	ДОМАШНИЕ ЗАБОТЫ	74
	КЛУБ ЮНЫЙ ХИМИК	76
	ОБОЗРЕНИЕ	82
	ИНФОРМАЦИЯ	91
	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	94
	ПИШУТ, ЧТО...	94
	ПЕРЕПИСКА	96

Программа химизации

Министр химической промышленности СССР
В. В. ЛИСТОВ

XXVII съезд КПСС открыл качественно новый этап социально-экономического развития нашей страны. Намечены коренные перемены в экономике: решительный перевод ее на рельсы интенсивного роста, всемерное повышение ее эффективности.

Масштабность, глубина, сложность — вот что отличает задачи, которые решает и должно решить в ближайшие годы советское общество. Достаточно напомнить, что всего за 15 лет, к 2000 году, предстоит создать производственный потенциал, который по своим масштабам будет равен накопленному за все предшествующие годы советской власти. В утвержденных съездом Основных направ-

лениях экономического и социального развития страны материализованы, переведены на язык конкретных плановых заданий на три ближайшие пятилетки положения инов редакционной Программы КПСС. Важнейшую роль в кардинальном ускорении социально-экономического развития страны должна сыграть комплексная химизация народного хозяйства, опережающее развитие химии как одной из отраслей, определяющих научно-технический прогресс.

Сегодня наша страна имеет высокоразвитую многоотраслевую химическую индустрию, занимающую передовые рубежи в мире. Эта отрасль народного хозяйства опирается



на мощную сырьевую и топливно-энергетическую базу, производит практически все виды химической продукции, известные в мире. Она стала одной из ведущих и наиболее динамичных отраслей отечественной экономики, важнейшим фактором технического прогресса и интенсификации общественного производства. Лишь за последние два десятилетия в 6,5 раза возрос объем производства пластмассовых масс, в 3,4 раза — химических волокон и нитей, в 8 раз — синтетических моющих средств. Новый крупный шаг в развитии отечественной химии был сделан за годы минувшей, одиннадцатой пятилетки, закрепившей достигнутые успехи.

В любой отрасли хозяйства химизация дает бесспорный весомый эффект. Каждый рубль, затраченный на химические средства повышения урожайности сельскохозяйственных культур, приносит дополнительную продукцию на 7—8 руб. Миллион тонн пластмассовых труб экономит народному хозяйству 1,5—2 млрд. руб. капитальных и совокупных затрат. Каждый час, затраченный на производство и переработку пластмасс, сберегает 4—5 часов труда; производство и применение миллиона тонн пластмасс позволяет высвободить 300 тыс. человек.

Понятно, почему в электротехнической промышленности, например, уже сегодня почти 80 % продукции выпускается с применением полимерных материалов, а к 1990 году эту долю намечено довести до 90 %. Понятно, почему автомобильная промышленность планирует увеличить в три раза потребление пластмасс на одну легковую автомашину.

Только в последние несколько лет в стране налажено производство около двух десятков особо чистых веществ для волоконной оптики. Всего же промышленность химических реактивов и особо чистых веществ выпускает свыше 12 тыс. различных продуктов: сегнетоэлектриков, монокристаллов, люминофоров и т. д. И каждый год ассортимент этих архисовременных материалов обновляется на десятую часть.

Можно много говорить о других успехах и достижениях отрасли. И все же химическая промышленность еще не полностью удовлетворяет потребности народного хозяйства — и по количеству, и по качеству выпускаемой продукции. И это отрицательно сказывается на темпах технического прогресса во многих отраслях.

Еще до XXVII съезда КПСС, в октябре прошлого года, партия и правительство приняли Комплексную программу химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года, которая предусматривает:

обеспечение потребностей народного хозяйства в химической продукции, соответствующей требованиям научно-технического прогресса;

ускоренное развитие отраслей химической индустрии;

повышение эффективности использования химических продуктов за счет комплексного их применения, рационального сочетания с традиционными материалами, расширения сфер ее потребления в различных отраслях народного хозяйства;

ускорение внедрения химических процессов и методов переработки природного, промышленного, сельскохозяйственного и вторичного сырья, утилизацию отходов для более полного извлечения полезных компонентов.

Таковы главные задачи химизации. Они должны решаться на нескольких основных направлениях. Первое из них — сельскохозяйственное. В соответствии с Продовольственной программой СССР предусматривается значительное увеличение поставок, расширение ассортимента и повышение качества минеральных удобрений и химических средств защиты растений, широкое использование полимерных материалов при изготовлении труб для нужд мелнораций, пленочных материалов для закрытого грунта, тары для упаковки сельскохозяйственной продукции, химических консервантов сочных кормов и фуражного зерна для сохранения в них питательных веществ, увеличение поставок аминокислот, микроэлементов для кормов, ветеринарных препаратов и другой химической продукции, необходимой агропромышленному сектору народного хозяйства.

Другое направление — широкое применение химической продукции для изготовления товаров массового спроса — одежды, обуви, мебели, предметов домашнего обихода. Химики должны будут обеспечить потребности здравоохранения и медицинской промышленности, полиграфии, кинематографии, фотографии и других сфер обслуживания в основных видах химической продукции. Здесь Комплексная программа химизации по сути дела смыкается с другой общегосударственной программой — по товарам народного потребления.

Другие важнейшие направления химизации. Это глубокое использование невозобновляемых природных ресурсов — руд цветных и черных металлов, нефти, газа, угля, горнохимического сырья, — увеличение поставок и расширение ассортимента флотореагентов, хинклатов для буровых работ, для более эффективного извлечения нефти, материалов, необходимых для производства бурового и горнодобывающего оборудования, для обустройства промыслов, шахт и карьеров. Совершенно очевидна связь программы химизации с Энергетической программой СССР.

Ускорение научно-технического прогресса в машиностроительных отраслях также входит составной частью в программу химизации народного хозяйства страны. Здесь должно быть достигнуто значительное повышение производительности труда, снижение металлоемкости продукции и увеличение сроков

ее службы благодаря еще более широкому применению пластмасс, синтетических смол, лаков и красок, резинотехнических изделий. Электроника, радиопромышленность, техника связи, ракетно-космическая техника будут полностью обеспечены сверхчистыми веществами, особыми полимерными материалами и изделиями из них.

Надо ли говорить о важности химизации строительства, в том числе и жилищного? Эта отрасль народного хозяйства должна получить от химиков целую гамму полимеров для строительства и отделки зданий: профилированные изделия из светопрозрачных листовых материалов, горючестойкие пенопласты и связующие для полов, мастичные составы для безрулонных кровель и многое другое, что поможет значительно снизить материалоемкость и трудоемкость строительства, повысить его качество.

Наконец, химизация глубоко проникает в сферу услуг, в сферы медицинского, бытового, культурного обслуживания.

И прежде принимались важные решения, связанные с развитием химической промышленности. Но Комплексная программа химизации разительно отличается от всех прошлых программ такого рода — прежде всего своими масштабами, многообразием направлений, целей и задач, охватом всех без исключения отраслей нашего хозяйства. Такого никогда не было за всю историю развития отрасли: все предшествующие решения касались одной лишь химической промышленности. Теперь же химическая индустрия будет работать на все народное хозяйство, все его отрасли сообщество станут работать на химизацию.

Будут ускорены и расширены научно-исследовательские, опытные и проектно-конструкторские работы во всех отраслях, связанных с химической индустрией. Большие задачи поставлены перед химическим машиностроением, перед строительными и монтажными организациями, которые сооружают химические предприятия. Совершенствуются хозяйственный механизм, планирование и управление в отраслях химического комплекса.

Учен весь широчайший круг проблем, так или иначе способных повлиять на решение настоящих всенародной задачи: и вопросы подготовки кадров специалистов для химических отраслей, и расширение жилищного строительства для химиков, — все это нашло отражение в Комплексной программе. Наконец, еще одна чрезвычайно важная и острая проблема — проблема умелого и эффективного использования химической продукции.

Сегодня нам уже надо уже убеждать, что эффективность всего народного хозяйства и каждой его отрасли во многом определяется уровнем химизации. А уровень химизации зависит не только от выпуска химической продукции — сколько удобрений или

пленки выпущено на гектар угодий, сколько полимерных материалов приходится на один трактор или комбайн, — но и от рационального использования этой продукции, от научной обоснованности, от культуры, если хотите, ее применения. Широкая пропаганда химической продукции, ее эффективного использования — важнейшая задача химиков.

Весь этот сложный комплекс проблем намечено решать планомерно — в два этапа.

На первом этапе, в основном в XII пятилетке, приоритет будет отдан химизации сельского хозяйства и отраслей промышленности группы «Б». Таким образом, в первую очередь должны решаться социальные задачи — увеличение производства продуктов питания и промышленных товаров народного потребления, вопросы здравоохранения, образования, спорта, туризма.

На этом же этапе намечается как можно полнее обеспечить химической продукцией отрасли, связанные с Энергетической программой СССР, определяющие научно-технический прогресс: электронику, электротехнику и радиотехнику, приборостроение.

В эти же годы намечается значительно увеличить использование полимерных материалов в строительном комплексе, расширить использование вторичных ресурсов, преодолеть сложившиеся диспропорции между сырьевыми и перерабатывающими отраслями химического комплекса, должна быть создана научно-техническая база для промышленного освоения принципиально новых химических материалов, принципиально новых технологий. К концу первого этапа будет создан плацдарм для дальнейшего ускоренного развития химического комплекса и прежде всего полимерных производств, для глубокой химизации всего народного хозяйства.

Главная задача второго этапа (1991—2000 годы) — коренная реконструкция всего химического комплекса страны, полный переход на самые передовые технологии, на выпуск прогрессивных химических материалов с высочайшими эксплуатационными свойствами — для всех отраслей народного хозяйства.

Перейдем на язык цифр.

Основными направлениями развития народного хозяйства предусматривается в химической и нефтехимической промышленности увеличить объем производства продукции на 30—32 %. Довести в 1990 г. выпуск минеральных удобрений до 41—43 млн. т, химических средств защиты растений — до 440—480 тыс. т, синтетических смол и пластических масс — до 6,8—7,1 млн. т, химических волокон и нитей — до 1,85 млн. т и синтетических каучуков — до 2,7—2,9 млн. т.

Выпуск синтетических смол и пластических масс в 1990 г. превысит объем 1985 г. почти на 135 %, а в 2000 г. — в 2,3—2,6 раза; выпуск химических волокон к концу столетия будет доведен до 2,85—3 млн. т. Их до-

ля в общем потреблении текстильного сырья возрастет с 40 % в 1990 г. до 50 % в 2000 г. В результате производство на душу населения химических волокон, пластических масс и синтетических смол возрастет в 1,8—2,2 раза, синтетических моющих средств, лакокрасочных материалов и синтетических каучуков — в 1,3—1,5 раза.

Еще цифры: химизация деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности позволит к 2000 г. в 1,5—2 раза (по сравнению с 1985 г.) увеличить производство древесностружечных, древесноволокнистых плит и клееной фанеры и сэкономить до 7,5 млн. кубометров древесины.

Мы уже упоминали важнейшие направления химизации народного хозяйства. Некоторые из них рассмотрим подробнее.

Основная цель химизации агропромышленного комплекса — рост продуктивности, сохранение и повышение качества продукции земледелия и животноводства, повышение эффективности сельского хозяйства и других отраслей агропромышленного комплекса. Химическая промышленность — крупнейший поставщик продукции агропромышленному комплексу. Сейчас мы выпускаем свыше двухсот веществ непосредственно для сельского хозяйства, а также почти для двух десятков отраслей, связанных с производством продовольственных товаров для населения.

В нашей стране создана самая мощная в мире промышленность минеральных удобрений. Главное внимание сейчас уделяется улучшению их качества, повышению содержания в них питательных веществ, выпуску концентрированных и сложных удобрений*.

Отечественная химическая индустрия выпускает сегодня широкий ассортимент химических средств защиты растений. Созданы производства гербицидов для сахарной свеклы, для борьбы с сорняками на полях кукурузы, на полях хлопчатника. В ближайшие годы намечается строительство новых крупных производств химических средств защиты растений, широкое использование этих препаратов будет способствовать переводу на индустриальную технологию возделывания многих сельскохозяйственных культур. При этом химикам предстоит обеспечить сельское хозяйство препаратами не только высокоэффективными, но и, что очень важно, малотоксичными для человека и животных, безопасными для окружающей среды.

В настоящее время в животноводстве с успехом применяются белки микробного происхождения, аминокислоты, витамины, ферменты, электролиты, различные фармакологические средства. Они дают значительный экономический эффект. В печати приводились такие данные: применение ростостиму-

лирующих препаратов позволило хозяйствам Украины и Молдавии за один только год получить дополнительно мяса почти на три миллиона рублей.

Кормовые добавки — надежные помощники в профилактике минеральной недостаточности, в борьбе с авитаминозами и другими болезнями животных. Они позволяют экономить корма, в том числе зерно, что особенно важно в зимнее время.

Подсчитано, что в целом по стране, используя различные добавки, расход зерна для скота можно сократить на 20 миллионов тонн.

Практика подтвердила высокую экономическую эффективность полимерных пленок в сельскохозяйственном производстве. В среднем каждая тонна таких материалов дает экономический эффект свыше 4 тыс. рублей. Откуда он берется? При сооружении теплиц пленочные материалы позволяют сократить капитальные затраты вчетверо, а то и впятеро. При хранении под пленкой вдвое сокращаются потери силоса, сена, минеральных удобрений.

Естественно, что к пленочным материалам сельское хозяйство предъявляет самые разнообразные требования. Скажем, для пленок, применяемых в строительстве теплиц, — это высокая прозрачность, свето- и термостабильность, фотоселективность, гидрофильность. При пропаривании почвы в тепличном хозяйстве — теплоустойчивость, а при мульчировании — хорошая светоотражающая способность и способность разрушаться в атмосферных условиях после заданного срока эксплуатации. Мы предлагаем колхозам и совхозам набор пленок с самыми разнообразными свойствами. Скажем, пленки, прекрасно пропускающие все лучи солнечного спектра, свето- и термостойкие, применяются при строительстве теплиц и туннелей. Они очень эффективны — каждая тонна пленок дает экономии до 5 тыс. рублей. Пленка «108-82», например, используется в основном для устройства теплиц и укрытия грунта, с ее помощью удается на 10—15 % повысить урожай ранних овощей путем улучшения теплового режима: ночью под такой пленкой температура на 4 °C выше, чем под обычной.

Химики научились делать пленки, отражающие и рассеивающие солнечную радиацию, поступающую в теплицы и укрытия, и тем самым защищающие растения от перегрева. Широко используются они на зимних плантациях цитрусовых, винограда и других культур, при вегетативном размножении плодовых и ягод. Срок их службы — до четырех лет. Замечательными свойствами обладает фоторазрушаемая пленка, которая после двух-трехмесячного пребывания в земле саморазрушается, смешивается с почвой и полностью уничтожается микроорганизмами. Экономический эффект от применения этой пленки — 20 тыс. рублей на тонну.

* Об этом подробно рассказано в беседе с министром по производству минеральных удобрений А. Г. Петришевым («Химия и жизнь», 1986, № 2). — Ред.

Чрезвычайно важна для сельского хозяйства и другая полимерная продукция отрасли — трубы из полиэтилена и поливинилхлорида, гофрированные полиэтиленовые трубы для орошения почв, гибкие плоскостворачиваемые шланги для поливных и дождевальных машин, армированные жесткой спиралью шланги, используемые в машинах для химической обработки полей, комплекующие пластмассовые изделия для сельскохозяйственных машин, полиэтиленовая и полипропиленовая сетки, высокопрочные ленты и шпагаты, необходимые для упаковки сельскохозяйственной продукции. Использование полимерных материалов на 15—20 % повышает производительность труда в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. Свыше тысячи рублей на тонну — экономический эффект от применения пластмасс в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении.

Цифры эти говорят сами за себя.

Чтобы освободить для производства товаров народного потребления натуральные волокна, растительные масла, пищевые продукты, на предприятиях необходимо найти им полиционные аналоги, заменители. Это важнейшая задача химической промышленности.

Отрасль ведет большую работу по увеличению выпуска продуктов тонокого органического синтеза, различных заменителей природных жиров и масел, которые используются сегодня для технических целей. Еще более быстрыми темпами должна идти замена химическими материалами натуральных волокон. Намечается выпуск новых видов волокон — полиционных заменителей натуральных. В производстве тканей, одежды, других товаров все шире будут применяться смеси натуральных, искусственных и синтетических волокон. Благодаря улучшению красителей, текстильно-вспомогательных веществ и других химикатов повысится качество текстильных и трикотажных изделий.

Будет расширен выпуск искусственных кож различного назначения, игрушек, предметов домашнего обихода из полимерных материалов. Широкое внедрение новых химических материалов (полиэфирных и полиамидных клеев-расплавов, полиуретановых композиций и термоэластопластов для низа обуви, средств для отделки натуральных кож) позволит значительно усовершенствовать технологию и повысить производительность труда в кожевенной и обувной промышленности.

Намечается создать производства новых видов искусственных кож и замши для швейной промышленности, армированных пленок с использованием разрезанных синтетических тканей — для изготовления игрушек, увеличить производства и расширить ассортименты синтетических моющих средств, а также растворителей для химической чистки.

Рост применения химических волокон в

легкой промышленности, расширение их ассортимента и повышение качества позволит уже в двенадцатой пятилетке обеспечить значительный прирост товарооборота.

Разумеется, базой для всесторонней и комплексной химизации народного хозяйства, всей материальной сферы нашей жизни остается химический комплекс страны. Это естественно: без развития производства важнейших видов химической продукции просто невозможно реализовать столь сложные задачи, удовлетворить возрастающие потребности всех отраслей экономики.

Отрасли химического комплекса в предстоящие 15 лет будут ускоренно развиваться благодаря повышению научно-технического уровня химических производств, росту производственного потенциала, более эффективному использованию мощностей, материальных и трудовых ресурсов. Благодаря опережающему развитию отраслей химического комплекса доля химической продукции в общем промышленном производстве вырастет к 2000 г. до 8 %.

Комплексная программа химизации предусматривает повышение производительности труда в отраслях химического комплекса в 2,3—2,5 раза, снижение в 4—4,5 раза численности работников, занятых ручным трудом, экономии сырьевых и топливно-энергетических ресурсов в 1,5—2 раза — за счет широкого внедрения во всех без исключения производствах прогрессивных процессов и технологических схем, комплексного использования сырья, вовлечения в переработку обедненного сырья, повышения энерготехнологической эффективности применяемого оборудования, реализации энерготехнологических схем и комбинированных энергетических циклов, расширенного применения вторичных сырьевых и энергетических ресурсов, утилизации отходов, снижения норм расхода, особенно остродефицитного сырья, пищевого сырья и драгоценных металлов.

Намечается замена каталитических систем в основных технологических процессах на катализаторы нового поколения — с повышенной активностью и селективностью, надежностью и сроком службы. В XII пятилетке действующие катализаторы будут обновлены на 40—50 %. Наконец, химикам предстоит обеспечить широкое использование мембранных процессов не только в других отраслях, но и в самой химической промышленности.

В отрасли разработана обширная программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которая будет выполняться в тесном контакте с Академией наук СССР, республиканскими академиями, вузами. У нас накоплен немалый опыт такого творческого сотрудничества. Недавно, например, состоялось совместное заседание Президиума АН Украинской ССР и коллегии Минхимпрома, на котором бы-

ли рассмотрены результаты совместных работ в XI пятилетке и задачи ученых по ускорению научно-технического прогресса в отрасли в XII пятилетке. Сотрудничество украинских ученых и химиков отрасли продолжается более 10 лет. В совместных исследованиях участвуют более 150 институтов, лабораторий и предприятий, в том числе Институт электросварки им. Е. О. Патона. Для координации работ создан Киевский научно-исследовательский центр. За эти годы совместными усилиями выполнены и внедрены два десятка крупных разработок с общим экономическим эффектом 103 млн. рублей.

Мы должны добиваться интенсификации уже созданного в союзных республиках и крупных экономических районах промышленного потенциала отрасли. Сделать это необходимо на основе технических решений, с учетом специфики природно-экономических условий каждого региона. Программа предусматривает комплексное использование сырья, приближение производств к его источникам, к топливно-энергетическим ресурсам — это позволит сократить повсеместно крупнотоннажные встречные перевозки. При размещении химической и нефтехимической промышленности в первую очередь будут решаться вопросы реконструкции и технического перевооружения всей сложившейся производственной базы отраслей, особенно в европейских районах страны, а также вопросы охраны окружающей среды — всемерное внедрение безотходной и малоотходной технологии, максимальная утилизация отходов, использование прогрессивных методов очистки выбросов.

Остановлюсь немного подробнее на вопросах, связанных с охраной окружающей среды. Начну с того, что один из существующих аспектов химизации народного хозяйства — производство разнообразных видов продукции именно для охраны окружающей среды. Это активированные угли и другие адсорбенты, термостойкие и химически стойкие материалы и ткани, коагулянты, флотореагенты, поверхностно-активные вещества, ионообменные смолы, реактивы, катализаторы, различные фильтры, полимерные мембраны. И многое другое, что необходимо для очистки и обезвреживания промышленных газовых выбросов и стоков, добычи и обогащения полезных ископаемых, реализации прогрессивных технологических процессов в других отраслях промышленности.

Вопросы охраны окружающей среды в отрасли уже сегодня решаются на базе комплексного подхода, на основе разработанных перспективных планов. Напомним, что еще в девятой пятилетке мы, химики, впервые в мировой практике стали записывать в годовые планы задания по охране окружающей среды. В СССР установлены самые жесткие нормы на предельно допустимые концентрации вредных веществ в газовых выбро-

сах. Десятки миллионов рублей затрачены на разработку и внедрение технологических процессов и оборудования, позволяющих резко сократить газовые выбросы в атмосферу, а промышленные стоки — в водоемы.

В еще больших масштабах эта работа развернется во время реализации Комплексной программы химизации. Наше твердое убеждение: можно развивать высокоиндустриальное химическое производство без ущерба для окружающего мира.

Уже не первую пятилетку мы уверенно продвигаемся в восточные районы страны — в Сибирь, на Дальний Восток. В предстоящие 15 лет это продвижение будет идти еще более ускоренными темпами.

В Сибири уже созданы крупные территориально-производственные комплексы, промузлы, располагающие мощными энергетическими ресурсами, большими запасами сырья, всеми условиями для жизни и работы людей. Это Западно-Сибирский, Ангарско-Зиминско-Усольский, Канско-Ачинский комплексы. Сложились и активно действуют входящие в них промышленные узлы — Кемеровский, Омский, Томский, Тобольский, Новосибирский и другие. Для химической промышленности, с присущим ей многообразием способов переработки естественного сырья, широким ассортиментом продукции, обилием побочных продуктов и отходов, такая форма организации производства особенно эффективна. Более того, химическая индустрия, повышающая экономическую эффективность общественного производства в регионе, может и должна стать основным ядром промышленного узла — и как промежуточное звено в сложной цепи переработки природных материалов, и как заключительная ее стадия*.

До конца нынешнего столетия будет продолжено развитие существующих, формирование новых крупных территориально-производственных комплексов и промышленных узлов в различных районах страны — Павлодарско-Экибастузского, Тимано-Печорского, Прикаспийского и других территориально-производственных комплексов. Ядром их станет химическая индустрия. Одновременно будут решаться вопросы транспортировки химической продукции и сокращения ее потерь. Намечается дальнейшее развитие трубопроводного транспорта, перевозок в контейнерах и пакетами, в специализированных цистернах и вагонах. Намечено расширить бестарную доставку химических продуктов в гранулированном виде; должны быть построены новые емкости, хранилища и склады для хранения продукции на припортовых и перегрузочных станциях.

В Сибири и на Дальнем Востоке, в Средней

* Более подробно о развитии химической индустрии в восточных районах страны рассказано в статье В. В. Листова «Главная кладовая, важнейший цех» («Химия и жизнь», 1985, № 10). — Ред.

Азин и Казахстане, и в Нижней Каме и на Урале — везде, где предусмотрено большое химическое строительство, где формируются территориально-производственные комплексы и промузлы, будут созданы крупные мощности по строительству предприятий и монтажу оборудования, нередко уникального. Химическое машиностроение будет развиваться опережающими темпами. Достаточно сказать, что за XII пятилетку выпуск химического оборудования и запасных частей увеличится в полтора, а к 2000 г. — в три раза. Индустриальные строительные методы позволят использовать конструкции высокой готовности и комплексные технологические линии, перейти к строительству химических заводов со сдачей «под ключ».

Химия давно уже стала ареной международного сотрудничества ученых и специалистов разных стран. Активному участию Советского Союза в международном разделении труда благоприятствует развитая структура нашей химической промышленности, ее мощный промышленный и научный потенциал, разнообразные природные ресурсы, емкость отечественного внутреннего рынка, большие экспортные возможности страны. Многие важные экономические и научно-технические проблемы мы успешно решаем в тесном сотрудничестве с социалистическими странами.

Комплексная программа химизации предусматривает дальнейшее развитие и совершенствование прямых двусторонних связей между родственными предприятиями братских стран, расширение научно-технического сотрудничества с социалистическими странами для ускоренного решения важных научно-технических проблем. Из множества примеров такого сотрудничества приведем один, весьма характерный, — сотрудничество в области переработки пластмасс нашего НПО «Пластик» и Центрального института химической промышленности Народной Республики Болгарии. Советские химики передали болгарским коллегам техническую документацию на оборудование и организацию промышленного производства армированных пластмассовых шлангов высокого давления. В самые короткие сроки были откорректированы и переданы рабочие чертежи, по которым на заводе «Ком» в Берковицах изготовлена и смонтирована линия по выпуску шлангов. А болгарские химики усовершенствовали это производство и создали второе поколение технологического оборудования, которое на Международной Пловдивской ярмарке удостоено золотой медали.

Как известно, в декабре минувшего года в Москве состоялась 41-я (внеочередная) сессия Совета Экономической Взаимопомощи, утвердившая Комплексную программу научно-технического прогресса стран-членов СЭВ до 2000 года. Реализация Комплексной программы, подчеркнул Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев, призвана внести крупный вклад в ускорение соци-

ально-экономического развития, упрочение единства и сплоченности братских стран. КПСС рассматривает претворение в жизнь Комплексной программы как задачу общегосударственную и общепартийную, политическую.

В программе, имеющей комплексный характер, определены конкретные совместные пути концентрации сил и средств стран-членов СЭВ на главных участках, ускоренное развитие которых служит определяющим фактором интенсификации всей экономики и достижения наивысшего уровня по всему фронту научно-технического прогресса, вступления в новую технологическую эру XXI века.

Программой определены пять главных направлений углубления сотрудничества: электрификация народного хозяйства; комплексная автоматизация; ускоренное развитие атомной энергетики; новые материалы и технологии их производства и обработки; ускоренное развитие биотехнологии.

Химики примут самое активное участие в реализации большинства положений Комплексной программы, а по полимерным материалам (раздел «Новые материалы и технологии их производства и переработки») Минхимпром стал головной организацией — координатором. Предстоит огромная работа, которая потребует концентрации усилий химиков братских стран.

Предусмотренный Комплексной программой химизации коренной переход к интенсивным методам развития всего химического комплекса страны на базе новой техники и технологий, лучшего использования производственных мощностей, трудовых и материальных ресурсов должен обеспечить значительное повышение эффективности общественного производства, способствовать успешному решению важнейших социально-экономических задач.

Экономический эффект от химизации народного хозяйства и развития отраслей химического комплекса в течение ближайших 15 лет составит более 450 млрд. рублей.

Мы многого добились за годы минувшего пятилетия, но у отрасли есть еще немало недостатков, нерешенных проблем, за что мы подвергались справедливой критике. Реализация поставленных задач потребует от всех работников химической индустрии значительно повысить качество работы, добиться перелома в использовании интенсивных факторов роста, обеспечить скорейшие внедрение достижений научно-технического прогресса.

Претворение в жизнь Комплексной программы химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года обеспечит дальнейшее повышение благосостояния советских людей. На это еще не все разумеют решения партии, которые химики страны воспринимают как руководство к действию.

Сумма мембранных технологий



Каждому человеку, так или иначе связанному с наукой, московский Дом ученых памятен по-своему. Я не исключение. Именно здесь слышал выступления выдающихся наших ученых — академиков И. Е. Тамма и П. Л. Капицы, А. Н. Несмеянова и А. Н. Туполева. Здесь же впервые услышал волшебную скрипку Д. Ойстраха. Здесь же, в фойе и белой гостиной, разглядывал экспонаты многих нетривиальных художественных выставок. Здесь же видел — во время одного из общих собраний Академии — зримую зону отчуждения вокруг недоброй памяти гонителя генетиков...

Вспомнил об этом совсем недавно, как ни странно, после вечера, устроенного химической секцией Дома ученых. Вечера, который не мог бы состояться, не будь тех больших перемен в биологической науке, что произошли в последние два десятилетия.

Еще раз подчеркну: вечер устраивала химическая секция. Но первой в перечне выступающих стояла фамилия известного физика — Г. Н. Флерова, сподвижника Курчатова, директора Ла-

Ультрафильтрационный трубчатый элемент для концентрирования многих полезных продуктов. В частности, на автозаводах страны с помощью таких элементов выделяют из сточных вод и возвращают в производство лакокрасочные материалы. Принцип действия: в пластмассовые гильзы запрессованы семь трубок из пористого стеклопластика, на которые изнутри нанесен тонкий мембранный слой. Стоки подают в эти трубки: вода сквозь мембрану уходит в межтрубное пространство, а в трубках концентрируется лакокрасочный материал. Подобные же элементы позволяют использовать мембраны в других технологических процессах. В этом году начал их промышленный выпуск

боратории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований... Естествознание едино. Вот почему тема вечера — мембранная технология в народном хозяйстве — охватывала профессиональные интересы и химиков, и биологов, и физиков, и медиков.

Роль полупроницаемых мембран, окружающих живые клетки, первостепенна в жизнедеятельности. Роль мембранных технологий, действующих по заимствованным у природы принципам, становится первостепенной на нынешней стадии развития производства. Вечер

«Мембранная технология в народном хозяйстве», собравший вместе не только ученых разных специальностей, но и руководителей заинтересованных отраслей, дал возможность его участникам увидеть эту проблему всесторонне, надведомственно. А поскольку этот вечер был еще и хорошо срежиссирован, не нужно было придумывать какую-то особую конструкцию этого репортажа. Задача сводилась к выбору главного из рассказанного каждым выступающим, следуя строго по канве вечера. Материал для комментариев, пояснений и иллюстраций дала выставка, развернутая там же, в Доме ученых, в тот день.

Вечер открыл доктор химических наук Кирилл Михайлович Дюмаев, заместитель председателя Государственного комитета СССР по науке и технике и заместитель председателя недавно созданной Межведомственной комиссии по мембранным технологиям. (Председателем этой комиссии стал министр химической промышленности СССР В. В. Листов, и это закономерно: все-таки проблемы мембранной технологии сегодня — это прежде всего проблемы химии и химиков.)

ИЗ ВСТУПИТЕЛЬНОГО СЛОВА

К. М. ДЮМАЕВА:

...Опережающие темпы развития химии будут характерны и для последнего пятидесятилетия нашего века. В проекте Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено значительное развитие наиболее современных, ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий, реализация накопленного научного потенциала, революционных технических и технологических разработок. Проблемы, которые нам с вами предстоит обсудить, лежат в этом основном русле экономического и социального развития страны.

А еще К. М. Дюмаев напомнил, что конкретные задачи, связанные с совершенствованием и продвижением в практику мембранных технологий, аппаратуры и материалов для них, поставлены перед предприятиями тридцати (тридцати!) министерств и ведомств.

На выставке эти материалы были представлены в натуре — в виде пленки, свернутой в рулоны, — прозрачной или полупрозрачной, матовой или глянцевой. Разной по виду и в большинстве случаев внешне очень привычной. Неизменно сплошной, что существенно: поры в мембранных материалах невооруженным глазом не видны. Аппаратура

же, что естественно, на выставке была представлена в основном макетами и фотографиями, хотя были, конечно, исключения. О них позже. А пока вернемся в зал.

Профессор Менделеевского института Юрий Иосифович Дытнерский — один из инициаторов развития мембранных технологий в нашей стране — начал свое выступление так, как начинают популярную лекцию или вступительную лекцию нового курса в вузе — с пояснения основных терминов и понятий.

Очень скоро, правда, эта популярная лекция превратилась в некое подобие проблемной статьи. Впрочем, судите сами.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ Ю. И. ДЫТНЕРСКОГО:

...Основные виды баромембранных процессов — обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация. Движущая сила таких процессов — перепад давления по обе стороны мембраны. Разница между тремя названными процессами определяется размерами отделяемых частиц или, соответственно, пор. Она иллюстрируется первым слайдом. (Этот слайд мы не воспроизводим. Суть: поры диаметром от 1 до 10 ангстрем — мембраны для обратного осмоса, от 10 до 200 — ультрафильтрации, от 200 до 100 000 ангстрем — микрофильтрации. Выходит, ультрафильтрация — это ультрамикрофильтрация, а обратный осмос — сверхультрафильтрация. — В. С.).

Этим методом уже сегодня принадлежит заметное место в таких традиционных процессах химической технологии, как очистка и разделение веществ. Они широко используются в пищевой, химической промышленности, производстве полупроводниковых и особо чистых материалов.

Почти половину опресненной воды сегодня получают баромембранными методами.

В масштабах нашей страны экономический эффект от внедрения мембранных технологий к 1990 году должен составить около 1 млрд. руб.

Но...

Оснований для самоуспокоенности у нас нет. Проблем, связанных с настоящим и будущим мембранной технологии, более чем достаточно.

Главный производитель мембранных материалов — производственное объединение «ТАСМА» в Казани выпускает сейчас микрофильтрационные мембраны десяти марок. Все — на основе ацетата целлюлозы. Их технические характеристики оставляют желать лучшего. Только-только начинается выпуск мембран на подложках, а также полых волокон. Мембранам на основе неорганических материалов (металлов, керамики; стекла, композиционных материалов) еще предстоит серьезно заняться.

В различных областях производства мы применяем так называемые фильтро-патроны для микрофильтрации (их фильтрующая поверхность в форме полого цилиндра действительно напоминает патронную гильзу, но это устройство однократного, в лучшем случае периодического действия. Пришло время переходить к аппаратам непрерывного действия —, проточным или с пульсацией растворов. Мировой опыт в этом отношении накоплен немалый.

Наиболее слабое место нынешней мембранной

технологии — состояние аппаратуры. Нужно, по-видимому, выделить специальное машиностроительное предприятие по изготовлению аппаратов для мембранных технологий.

Предстоит глубже изучить и влияние внешних факторов на эти процессы. Установлено, что электрическое поле способствует разделительным процессам обратного осмоса. Это значит, что появилась возможность разделять в мембранных процессах одновременно заряженные ионы. Какие широкие возможности это открывает, говорить, видимо, пока рано...

От комментариев по этому вопросу профессор Ю. И. Дытнерский воздержался. Но фантазии, неуместные для ученого, вполне позволительны корреспонденту. Явление электроосмофилтрации, как мне кажется, в перспективе позволит извлекать драгоценнейшие компоненты морской воды. Без колоссальных энергозатрат, о которых как основной причине нерентабельности такого рода «морских присков» рассказывал в «Химии и жизни» (1984, № 8) доктор геолого-минералогических наук Г. Н. Батурин.

И еще мне кажется целесообразным пояснить, что стоит за упомянутыми выше диаметрами пор:

мембраны для обратного осмоса (размеры пор измеряются ангстремами) пропускают воду, но задерживают растворенные в ней вещества;

мембраны для ультрафильтрации дают возможность отделять от низкомолекулярных продуктов высокомолекулярные, например белки;

микрофильтрация (поры диаметром тысячи, десятки и сотни тысяч ангстрем) позволяет выделить из тончайшей взвеси вирусы, бактерии и другие микроскопические биообъекты.

Медицинскую промышленность и в ближайшей перспективе биотехнологию (аппаратура для них была особенно широко представлена на выставке в Доме ученых) сегодня называют в числе главных потребителей мембран, мембранных аппаратов и технологий.

Наверное, именно поэтому вслед за химиком Ю. И. Дытнерским выступил действительный член Академии медицинских наук Сергей Михайлович Навашин — директор Всесоюзного научно-исследовательского института антибиотиков.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ С. М. НАВАШИНА:

...Наши требования к чистоте, стерильности медикаментов находятся на уровне самых строгих мировых фармакопей.

В принципе все химико-фармацевтические препараты могут быть получены с помощью мембранных технологий. Пока ее шире всего применяют в производстве антибиотиков, в частности на двух заводах медпрепаратов.

Мембранные процессы чрезвычайно удобны для автоматизации производства. Они позволяют вести работу с самыми нестойкими, лабильными веществами. Можно, например, отделить фермент от разрушаемого им биополимера. Главное назначение мембран в нашей отрасли — стерилизационные процессы и изоляция работающих от возможного вредного действия бактериальных и других препаратов.

До 1982 г. мы использовали главным образом импортные мембранные материалы, сейчас — и материалы ПО «Тасма», и фильтры «Владимир», созданные во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтетических смол (город Владимир). В близкой перспективе — промышленное использование ядерных фильтров из Дубны (после определенной аппаратурной доработки).

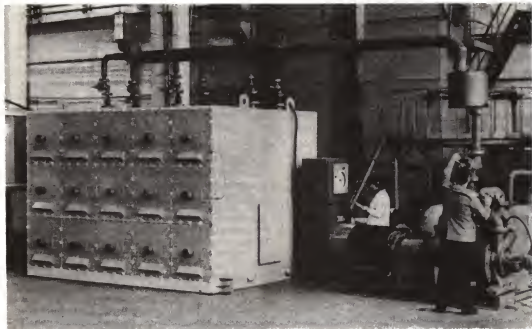
В конечном счете хорошо организованные, стабильно протекающие мембранные процессы очень выгодны. Как показывают расчеты, одна тонна мембранных материалов позволяет сэкономить 3000 тонн ценного промышленного сырья, 230 тонн органических растворителей, 172 тонны ПАВ, 150 тонн активированного угля и, кроме того, $26 \cdot 10^9$ ккал тепла. Это и ресурсосберегающая, и энергосберегающая технология, которая к тому же позволяет предотвратить сброс в водоемы до 100 000 кубометров особо вредных стоков.

Эти красноречивые цифры С. М. Навашин привел в самом конце своего выступления. Но закончил все же не ими, а очень разумным предложением: разрушить межведомственные мембраны — самые прочные и вредные...

К этой теме участники вечера в Доме ученых возвращались не раз. Вернемся к ней и мы, но прежде — рассказ об одной до сих пор не упомянутой, но важной и уже достаточно развитой области мембранных технологий. Вначале речь шла лишь о мембранах для разделения жидких сред — директор НПО «Криогенмаш» член-корреспондент АН СССР Виктор Петрович Беляков рассказал о мембранных технологиях для разделения газов.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ В. П. БЕЛЯКОВА:

...Первый мембранный материал для разделения газовых смесей — поливинилтриметилсилан создан членом-корреспондентом Академии наук СССР Н. С. Наметкинским с сотрудниками еще в 1968 году. На основе этого полимера и его модификаций работают все созданные до сих пор газоразделительные мембранные аппараты. Аппараты очень эффективны: всего лишь одноступенчатым разделением без использования глубокого вакуума и сверхнизких температур удается получать из воздуха газовую смесь, обогащенную кислородом до 40 % или азотом до 95 %.



Газомембранная установка для обогащения воздуха кислородом.

Ее назначение — очистка сточных вод.

Разработана, как и гродненские установки (на следующем снимке), в НПО «Криогенмаш»

Создание атмосфер, отличных по составу от обычного воздуха, важно сегодня для многих промышленных производств, для агропромышленного комплекса. К примеру, газовые среды с пониженным содержанием кислорода очень выгодны при хранении сельскохозяйственной продукции. В «воздухе», состоящем на 95 % из азота, нежирный алма-атинский Апорт хранится не два месяца, как обычно, а до следующего урожая. Напротив, воздух, обогащенный кислородом, широко используется в медицинской практике и в рыбоводческом хозяйстве — при разведении мальков в рыбопитомниках.

В мембранных аппаратах эффективно разделяются такие смеси, как метан — водород, азот — водород, аргон — азот. На Шекинском химкомбинате с помощью наших аппаратов происходит одностадийная каталитическая очистка технического аргона от кислорода. Работают подобные установки и на других химических производствах. Их надежность высока: опытная воздухоразделительная мембранная установка работает у нас в Балашихе уже больше десяти лет.

Энергозатраты при мембранном разделении газовых смесей в полтора раза меньше, чем при традиционном низкотемпературном разделении воздуха.

В перспективе считаем целесообразным использование подобной аппаратуры в гелиевой промышленности: сначала получать на мембранах обогащенную гелием фракцию, а потом уж выделять из нее гелий.

Однако, если на первых порах мы, НПО «Криогенмаш», могли обеспечить такими аппаратами всех заинтересованных, то сейчас ситуация

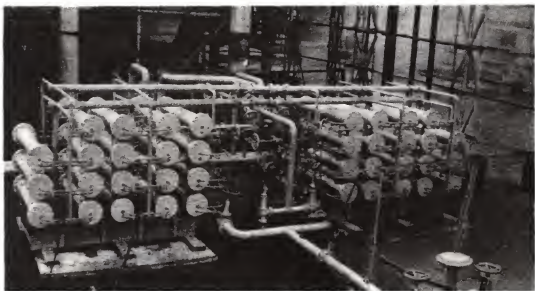
изменилась в худшую сторону. Минхимпром удовлетворяет потребность в необходимом для газоразделительных мембран полимере лишь наполовину.

По газоразделению в мембранных аппаратах мы были все время впереди Запада. Не отстать бы...

На выставке были представлены фотографии первой в мире мембранной газоразделительной установки на плоских мембранах. Эта установка сделана в подмосковной Балашихе в 1976 г. Тут же — фотография и буклет демонстрировавшейся на международных химических выставках мембранной установки, позволяющей получать почти чистый водород из отходов производства аммиака. Одна из газоразделительных установок — миниатюрная, для медицинских целей, созданная совместно с итальянскими специалистами, — демонстрировалась в натуре.

Для специалистов, заинтересовавшихся необычной продукцией этого НПО, привожу его полное название и адрес: Научно-производственное объединение криогенного машиностроения имени 40-летия Октября, город Балашиха Московской области.

Мы же вернемся в зал, поскольку следующее выступление касается всех и каждого: слово предоставлено Валерию Николаевичу Сергееву — заместителю министра мясной и молочной промышленности СССР. И хотя сегодня такого министерства уже нет — оно вошло в состав нового Государственного



На этой фотографии — две промышленные газомембранные установки для концентрирования водорода, работающие в ПО «Азот» в белорусском городе Гродно

агропромышленного комитета СССР, проблема рационального, комплексного использования пищевого сырья и мембранных технологий для этих целей не утратила актуальности.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ В. Н. СЕРГЕЕВА:

...Мембранные технологии — способ, заимствованный у живой природы, совершенный в принципе. Он открыл путь к безотходному производству при переработке молока и изготовлении молочных продуктов. Он позволяет обогащать эти продукты белком, улучшать их элементный состав. Используя при концентрировании молочной сыворотки процессы обратного осмоса вместо вакуум-выпаривания, можно снизить энергозатраты в 10—12 раз.

Уже около 30 различных молочных продуктов производятся с использованием мембранных технологий. В частности, ультрафильтрация цельного молока ускоряет производство таких известных сыров, как «Российский», «Костромской», «Литовский».

Но в то же время...

Мембранные материалы первого и второго поколений не полностью устраивают пищевую промышленность. Недостаточна их механическая прочность, затруднена мойка и дезинфекция.

Нужен комплексный подход к созданию мембран и оборудования для мембранной технологии.

На стенде НПО «Углич», принадлежащего ныне Госагропрому СССР, были показаны все 29 видов молочной продукции, получаемых с помощью мембранных технологий. Кроме упомянутых выше сыров известных марок здесь были представлены и сухие молочные каши для детского питания, и творог «Крестьянский», обогащенный концентратом белка из творожной сыворотки, и довольно многочисленные «легированные» белком молочнокислые продукты.

Концентрат белков творожной сыворотки в производстве молочных продуктов впервые использовали на предприятиях Украины, а в производстве плавящихся сыров — специалисты Владимирского молочного комбината. В их аппаратах работают владимирские же мембраны «Владипор» на основе полисульфонамида. Подробнее о них — в статье О. Ольгина («Химия и жизнь», 1985, № 3).

Претензии пищевиков к Минхимпрому — и по качеству выпускаемых мембран, и по поставкам — традиционны. Оттого значительная часть выступления в Доме ученых начальника Управления по науке и технике Минхимпрома СССР лауреата Ленинской премии Владимира Федоровича Ростунова была поначалу, в общем-то, оправдательной. Впрочем, оптимистические и наступательные мотивы в нем тоже были.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ В. Ф. РОСТУНОВА:

...Сегодня половина производимых промышленностью мембран идет в медицинскую промышленность — в аппараты «искусственная почка». А уж потом — в другие отрасли. Мембран не хватает лишь отдельным, очень немногим потребителям.

В XII пятилетке производство мембранных материалов должно увеличиться в 10 раз, а мембран большинства марок уже в 1986 г. произведем столько, что практически полностью удовлетворим и нынешних, и потенциальных потребителей. Мономер для газоразделительных мембран с 1987 г. будем получать на новой промышленной установке. Так что и здесь дело должно пойти на лад. Сделаем все, чтобы ликвидировать дефицит мембранных аппаратов, улучшить их качество.

Мембранная технология по сути революционна для многих отраслей. В частности, при разработке новых нефтегазовых месторождений эти технологии должны сыграть очень важную роль. В производстве высокочистых веществ — не меньшую, как, впрочем, и во многих других химических производствах.

С эффективными катализаторами и мембранами, с технологическими приемами, занимаемыми у природы, в решающей степени связано дальнейшее развитие химической технологии, предусмотренное Комплексной программой химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года.

Конкретные задания в этой области определены и нам, и нашим смежникам, и потребителям нашей продукции.

Предстоит расширить круг научных исследований, связанных с мембранными технологиями. Не менее важно обучить массу инженеров разных отраслей рационально использовать мембранные и мембрановые материалы. Инженерный центр (типа патентовского) по мембранным методам и аппаратуре начнет работать во Владимире в 1986 году.

Очень велика роль мембранных технологий и в деле охраны природы. Одна из самых сложных сегодня проблем — очистка слабых, малоконцентрированных растворов. Пока они обходятся очень дорого, и надежды заводских экономистов связаны в первую очередь с мембранными технологиями.

Особо ценные или особо вредные отходы мы уже начали извлекать с помощью мембран. Но это — лишь начало.

На выставке в Доме ученых был показан очень эффектный демонстрационный опыт: небольшой насос гнал из одной большой колбы в другую густоватый грязно-синий раствор. Гнал, естественно, через тонкую прозрачную мембрану. В приемной колбе вода была столь чиста и прозрачна, что заставляла вспомнить известные строки Леонида Мартынова: «Вода благоволила литься»...

Поскольку установка работала рядом со столом Дубны и Лаборатории ядерных фильтров Института кристаллографии, логично было предположить, что здесь установлена не просто мембрана, а один из ядерных фильтров, про ко-

торые лауреат Ленинской премии академик Г. Н. Флеров впервые рассказывал на страницах «Химии и жизни» еще в 1974 г., в № 5. Тогда уникальные мембраны — ядерные фильтры, полученные при бомбардировке лавсановой пленки ускоренными в циклотроне ионами, только-только заявили о себе — в первых испытаниях на заводах и в лабораториях.

Поскольку это было довольно давно, рассказ о ядерных фильтрах будет достаточно подробен. Это тем более оправданно, что Георгий Николаевич Флеров — природный рассказчик, и устроители вечера в Доме ученых, несомненно, учли это обстоятельство: Флеров выступал последним (по принципу «вкусное — на третье»).

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ Г. Н. ФЛЕРОВА:

Вы можете спросить, почему физики, занятые ядерными реакциями, синтезом новых элементов и изотопов, заинтересовались вдруг и надолго такими специфическими мембранами, как ядерные фильтры.

Дело в том, что в своей, если можно так выразиться, основной работе мы имеем дело с процессами, требующими чрезвычайно больших энергий и притом отличающимися чрезвычайно низким к. п. д. На каждый новый атом затрачиваются триллионы тяжелых ионов — ускоренных до очень высоких энергий ионов различных элементов.

Одним из материалов для регистрации распада новых ядер была лавсановая пленка. После облучения ее подвергали несложной химической обработке, чтобы проявить «треки». Оказалось, что не только осколки деления, но и сами тяжелые ионы, попадавшие на эту пленку, образуют в ней после «проявления» микроотверстия правильной формы. Количество и расположение этих микроотверстий связано простой математической зависимостью с характеристиками ионного пучка.

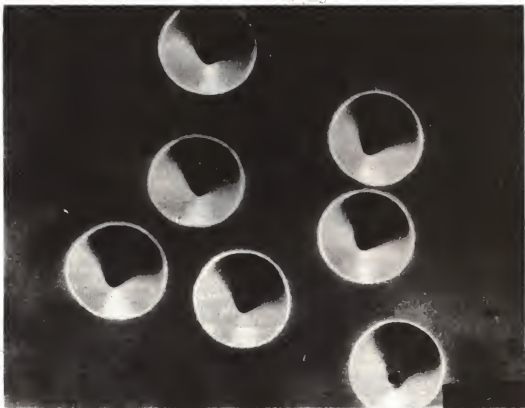
Тогда сконструировали несложную установку для химического травления облученных на циклотроне пленок, выяснили возможности применения полученных из них ядерных фильтров.

Стремление поставить достижения ядерной физики на службу человечеству — традиция нашей ядерной физики. Курчатовская традиция. Для всестороннего исследования уникальных свойств ядерных фильтров и разработки перспективных направлений их использования в науке, технике, народном хозяйстве в Институте кристаллографии имени А. В. Шубникова АН СССР в 1984 г. была создана лаборатория ядерных фильтров.

Сравнение наших ядерных фильтров на основе лавсана с микрофильтрами «иуклепора» американского производства (на поликарбонатной основе) оказалось не в пользу «иуклепора». И по эффективности, и по экономичности ядерные фильтры превосходят заокеанские.

Есть возможность производить ядерные фильтры миллионами квадратных метров в год.

О некоторых их применениях рассказал академик АМН С. М. Навашин. Есть и другие



Микрофотография дубненских ядерных фильтров с воронкообразной структурой микроотверстий. Максимальный их диаметр 5 микрон, минимальный — 0,03 микрона

области, например, производство особо чистых веществ для нужд кристаллографии, биотехнологии, микроэлектроники.

Ядерные фильтры могут быть пригодны как для жидкостных, так и для газофазных мембранных процессов.

Микрофотографии, представленные на дубненском стенде выставки, демонстрировали филигранную геометрию ядерных фильтров. На одной из них, воспроизведенной здесь, видно, что микроотверстия в результате целенаправленной химической обработки приобрели форму миниатюрных воронок.

Медицинские препараты, прошедшие через эти воронки, отличаются видимой — конечно, лишь вооруженным глазом — правильностью кристаллических форм, свидетельствующей и о высокой химической чистоте...

В конце тематического вечера в Доме ученых выступавшие, как это принято, ответили на вопросы присутствующих.

Как правило, это были вопросы с пристрастием: «Селективность всегда конечна. Каковы степени разделения?» (тех или иных веществ на тех или иных мембранах); «Что представляет собой мембранный материал (такой-то) и каковы перспективы его промышленного производства?»; «Что дает использование магнитного поля взамен электрического в процессах осмофльтрации?» и т. д. и т. п.

Разумеется, не на все эти вопросы сегодня есть готовые ответы, однако все без исключения записки лягут (уже легли!) на стол специалистов Межведомственной комиссии по мембранным технологиям. В этом заверил собравшихся зампреда этой комиссии К. М. Дюмаев.

И вполне вероятно, что какие-то из заданных в тот вечер вопросов иницируют научную мысль, помогут рационализировать те или иные производства, станут элементами сотрудничества специалистов разных ведомств.

И кто-то, подобно Флерову, «возьмет» не за свое дело — во имя общего блага.

В. СТАНЦО,
специальный корреспондент
«Химии и жизни»

Хорошее развитие



Пять лет назад в «Химии и жизни» (1981, № 2) была напечатана статья «Инженерный дебют генной инженерии». В ней рассказывалось о важном достижении советской биотехнологии — о том, как сотрудникам Всесоюзного научно-исследовательского института генетики и селекции промышленных микроорганизмов (ВНИИГенетика) удалось гениоинженерными методами создать промышленный штамм микроорганизмов, вырабатывающий треонин, одну из наиболее необходимых в животноводстве незаменимых аминокислот. К тому времени ни в нашей стране, ни за рубежом подобного штамма еще никто не получал — поэтому в заголовке статьи и говорилось о дебюте.

Но если уж и дальше пользоваться такой терминологией, то ведь дебют в шахматах — не самоцель, а лишь способ получить хорошее развитие своих фигур, обеспечить им свободную игру, максимум атакующих возможностей. И с этой точки зрения работа, о которой говорилось в статье, оказалась дебютом вполне успешным. В ходе ее сотрудники института решили несколько проблем общего характера, разработали и освоили различные методы генно-инженерного конструирования, заложили основу для продолжения работ по конструированию полезных микроорганизмов.

Об исследованиях, проведенных институтом в последние годы, о задачах, которые он сейчас решает, рассказывает директор ВНИИГенетики доктор биологических наук В. Г. ДЕБАБОВ.

КОГДА 99 ЛУЧШЕ, ЧЕМ 99,9

История с бактерией — продуцентом треонина, о которой шла речь в «Химии и жизни» пять лет назад, действительно, была во многом показательной. Принципиальная новизна нашего подхода состояла в том, что мы решили отказаться

от использования коринебактерий — продуцентов аминокислот, на которых построено все микробиологическое производство этих веществ. Генетика коринебактерий изучена пока плохо, поэтому здесь можно было работать преимущественно чисто селекционными

методами, а они лишь очень редко позволяют резко увеличить продукцию нужного вещества.

Мы взяли за основу будущего продуцента другой микроорганизм — кишечную палочку *E. coli*, которая сейчас изучена вдоль и поперек. Благодаря этому всевозможные генноинженерные манипуляции на ней можно выполнять не вслепую, а прицельно, с точным знанием механизмов, которые мы хотим изменить.

Такой подход оказался правильным: если лучшие штаммы коринебактерий, выведенные селекционерами, вырабатывают за 120 часов ферментации не больше 12 граммов треонина на литр культуральной жидкости, то наш продуцент дает за 40 часов до 50 г/л — в десять с лишним раз больше.

За время, прошедшее после публикации той статьи, работы в этом направлении продолжались. Были получены опытные партии треонина объемом несколько тонн, сейчас заканчиваются испытания его в животноводстве, начатые около трех лет назад, и результаты вполне удовлетворительные.

Надо сказать, что треонин нужен не только животноводам — это сырье, которое используется во многих биотехнологических производствах. В частности, медицинской промышленности треонин необходим для получения некоторых полусинтетических антибиотиков, его добавляют в питательные среды, где культивируются различные клетки (в том числе гибридомы, сейчас во все возрастающем масштабе используемые для получения очень важных биологически активных веществ для медицины). И вот оказалось, что в таких случаях наш микробиологический треонин лучше, чем синтезированный химически. На синтетическом треонине чистотой 99,9 % клетки почему-то вскоре перестают расти, а на нашем растут, хотя его чистота на девятку меньше — всего 99 %. В чем тут дело, пока неизвестно; может быть, у химиков остаются какие-то не те примеси...

НАШ ОПЕРОН

Другой пример тех принципиально новых возможностей, которые открывают генноинженерные методы по сравнению с селекционными, — проведенная в нашем институте работа по получению продуцента рибофлавина, то есть витамина В₂. Это тоже продукт сельскохозяйственного назначения — витами-

низация им животноводческих кормов приносит заметный экономический эффект.

В качестве продуцента рибофлавина обычно используются грибы. Производительность их невысока, и существенно повысить ее путем селекции тоже не удается.

А мы решили взять за основу нового продуцента опять-таки бактерию — сенную палочку *Bacillus subtilis*, в которую генноинженерными методами ввели оперон, ответственный за синтез рибофлавина, предварительно перенесенный на стабильную плазмиду.

Это была очень непростая задача: оперон огромный, восемь генов, со сложной регуляцией. Наш успех стал возможен только благодаря тому, что рибофлавиновый оперон хорошо изучен советскими учеными, прежде всего школой С. Е. Бреслера в Ленинграде. Существует двадцатилетняя традиция работы с ним, получены тысячи мутантных штаммов — в общем, есть огромный опыт, так что можно смело сказать, что это наш, советский оперон. Используя этот солидный капитал, накопленный академической наукой, мы и смогли решить стоявшую перед нами прикладную задачу.

В результате получен штамм сенной палочки, который вырабатывает 4 г/л рибофлавина за 35 часов ферментации — производительность у него значительно выше, чем у самых лучших грибов. Такого хорошего штамма больше ни у кого пока нет.

В нынешнем году на основе полученного штамма уже начнется промышленное производство кормового рибофлавина. Внедрение этой разработки позволит с избытком удовлетворить потребность нашего животноводства в витамине В₂.

НУЖНА НЕКАЛОРИЙНАЯ СЛАДОСТЬ

Решая новые задачи, стоящие перед институтом сегодня, мы стремимся придерживаться тех же стратегических принципов, которые сделали возможными уже достигнутые успехи: во-первых, в максимальной степени использовать широкий потенциал института, весь арсенал биотехнологических методов, освоенных нашими лабораториями, и, во-вторых, активно взаимодействовать и сотрудничать с фундаментальной наукой, применяя в прикладных разработках самые последние ее достижения.

Вот, например, сейчас нам предстоит

создать биотехнологические способы производства пищевых подсластителей — веществ, которые могут стать заменителями сахара. Необходимость такой замены диктуется важными соображениями как экономического, так и медицинского порядка. С точки зрения экономики замена каждой тонны сахара продуктом, полученным в наших ферментерах, позволит высвободить почти полгектара свекловичных плантаций, сберечь трудовые и прочие затраты, идущие на выращивание, транспортировку и переработку десятка тонн сахарной свеклы.

Что же касается медицины, то, во-первых, сейчас население нашей страны потребляет чересчур много сахара, а избыточная калорийность рациона — это и избыточный вес, и более серьезные последствия в виде различных заболеваний. Во-вторых, существуют большие группы людей (диабетики, например), которым сахар вообще противопоказан. И если мы не хотим отказываться от сладкого (а практика показывает, что это очень трудно), нужно искать такие вещества, которые создают ощущение сладости, но не несут в себе лишних калорий.

По-видимому, самое перспективное из подобных веществ — аспартам, или метилловый эфир аспартилфенилаланина. Он в 300 раз слаще сахара, не имеет никакого постороннего привкуса (в отличие, например, от сахарина) и совершенно безвреден: в организме он расщепляется на аспарагин и фенилаланин — обычные составные части пищевых белков. К тому же аспартам настолько слаще сахара, что потреблять его мы будем в совершенно ничтожных количествах.

Аспартам уже много лет испытывался и на животных, и на людях, получил во многих зарубежных странах, в том числе США, разрешение на пищевое использование без всяких ограничений, включая детское питание. Кстати сказать, американцы собираются уже в этом году начать выпуск диетической кока-колы, содержащей вместо сахара аспартам, и масштабы такого производства будут огромными — 7 миллиардов банок в год!

А теперь получением аспартама будем заниматься и мы. Этот процесс для нас интересен тем, что в нем можно сконцентрировать чуть ли не все аспекты биотехнологии.

ДИСПОЗИЦИЯ НА ЗАВТРА

Исходное сырье для производства аспартама — две аминокислоты: аспарагиновая и фенилаланин. Уже поэтому проблема получения аспартама естественным образом ложится в тематику нашего института: аминокислоты — наша традиционная область.

Итак, сначала — аспарагиновая кислота. На лабораторном уровне биотехнологический способ ее получения уже разработан в академическом Институте биохимии им. А. Н. Баха под руководством члена-корреспондента АН СССР И. В. Березина. Очень эффективный способ: берется колонка с иммобилизованными клетками, сверху подаются исходные вещества — фумаровая кислота и аммиак, а снизу вытекает раствор L-аспарагиновой кислоты, причем работать колонка может очень долго без замены «начинки».

Такая колонка сейчас стоит в Ереване, в нашем бывшем филиале, а теперь самостоятельном Научно-исследовательском технологическом институте аминокислот (НИТИА). Колонка маленькая и изящная, с высокой производительностью, аспарагиновая кислота получается очень хорошего качества. Конечно, для крупного производства НИТИА будет этот процесс дорабатывать и, как у нас говорят, масштабировать до нужного уровня.

Далее — фенилаланин. Производить его микробиологическим методом пока никто не умеет. Но у нас и тут есть кое-какой задел. Прежде всего, мы имеем штамм коринебактерии, который вырабатывает фенилаланин. Относительно мало, правда, но мы надеемся его усовершенствовать.

И здесь нам очень помог еще один академический институт — Институт молекулярной генетики. Дело в том, что генетика, а тем более генная инженерия коринебактерий, как я говорил, изучены плохо и, главное, до сих пор в распоряжении ученых не было плазмиды, которую можно было бы нагрузить нужным геном и ввести в клетку коринебактерии. А теперь такая плазмида появилась — этим мы обязаны недавно скончавшемуся Роману Бениаминовичу Хесину-Лурье, замечательному биохимику и молекулярному биологу, работавшему в Институте молекулярной генетики. На время отпуска он обычно отправлялся куда-нибудь в поход и всегда привозил

с собой коллекции собранных бактерий. И вот в одной из таких коллекций нашлась плазмида, которая может передаваться коринебактериям. Теперь, имея эту плазмиду, мы сможем, с одной стороны, теоретически изучать генетику коринебактерий, что само по себе очень интересно и важно, а с другой — уже генноинженерными методами совершенствовать наш штамм, чтобы довести его производительность, скажем, до 40 г/л.

Наконец, имея аспарагиновую кислоту и фенилаланин, нужно будет получать из них сам конечный продукт — аспартам, то есть, в сущности, дипептид, состоящий из этих двух аминокислот. И здесь у нас есть некоторый задел, который мы рассчитываем использовать. Уже несколько лет назад одна из наших лабораторий, которой руководит В. М. Степанов, занялась синтезом пептидов с помощью протеиназ. Эти ферменты обычно применяются для расщепления белков — они специфически разрывают пептидные связи. Но поскольку реакция обратима, при определенных условиях они могут и вести синтез, причем прямо в водной среде, при комнатной температуре, при практически нейтральном pH. У нас уже есть метод, позволяющий соединять таким путем защищенную аспарагиновую кислоту с метиловым эфиром фенилаланина — после этого достаточно убрать защитную группу, и получится аспартам. Очень красиво выглядит такой синтез. Оба исходных вещества растворимы в воде — вы прямо на лабораторном столе сливаете растворы, добавляете немного фермента, и у вас на глазах выделяется нерастворимый продукт...

Правда, предстоит еще поработать с ферментом, который нужен для этой реакции. Он выпускается отечественной промышленностью, но такой фермент для наших целей недостаточно чист. Мы придумали хороший способ его очистки с помощью аффинной хроматографии, которым пока пользуемся, но для крупномасштабной технологии он неудобен. Поэтому придется пойти по уже привычному для нас генноинженерному пути — клонировать ген, производящий этот фермент, ввести его в ту же самую нашу сенную палочку, и она будет делать такой фермент, какой нам нужен.

Как видите, чтобы создать технологию, пригодную для промышленности, работы предстоит еще много. А для

промежуточных целей, для исследований мы уже сейчас получаем аспартам в небольших количествах. Аспарагиновую кислоту дает нам НИТИА; фенилаланин, пусть и немного, но все же вырабатывает тот штамм коринебактерий, который у нас есть; протеиназу для синтеза чистим хроматографически — и вот как-то недавно уже пили чай и кофе с собственным аспартамом. Надо сказать, отличный продукт: полная имитация сахара, никаких привкусов. Только нужно будет еще привыкнуть с ним обращаться, а то я в азарте лизнул кристаллик и потом полчаса полоскал рот, потому что все время было сладко: все-таки в триста раз слаще сахара...

В ходе решения этой проблемы мы, таким образом, сможем применить целый арсенал биотехнологических методов: и — отчасти — селекцию, и генную инженерию с клонированием гена и введением его в штамм-продуцент, и иммобилизованные клетки, и многое другое. Все это делает предстоящую работу очень интересной и заманчивой.

И при этом нельзя забывать, что речь идет о крупномасштабном производстве, со временем оно будет давать продукцию, которая заменит в балансе страны миллионы тонн сахара, это будет целая подотрасль. Поэтому даже самое незначительное усовершенствование процесса будет давать огромный экономический эффект: каждая наша удача, каждый лишний грамм продукта на литр культуральной жидкости обернется миллионными дополнительными прибылями...

Записал
А. ИОРДАНСКИЙ

Безумный квантовый мир

А. БОРИСОВ

Жили-были на одной планете ученые, принадлежавшие к двум непримиримо враждовавшим школам. Одни верили в существование летающих тарелочек и постоянно их искали. Другие считали, что летающих тарелок просто нет, но зато верили в телепатию и экспериментировали с передачей мыслей на расстояние. В отместку первые говорили, что телепатии не может быть никогда.

Так продолжалось до тех пор, пока планету не посетил великий знаток корреляционного метода, ничего не смысливший, однако, ни в тарелочках, ни в телепатии. Он подверг научные публикации двух школ корреляционному анализу и обнаружил, что телепатические эксперименты удаются, как правило, в день, предшествующий появлению тарелочек.

И вот, установив корреляцию между тем, чего просто нет, и тем, чего не может быть никогда, пришелец помирил враждовавшие школы, чем немало способствовал прогрессу наук и смягчению нравов.

В книге «Часть и целое» Вернер Гейзенберг писал, как Нильс Бор рассказывал ему о своем выступлении на философской конференции в Копенгагене. Бор считал, что выступление провалилось, поскольку никто из присутствовавших не удивился тому, что он рассказывал: не было ни вопросов, ни дискуссии — все казалось само собой разумеющимся. Именно это Бор и счел верным признаком провала. «Почему?» — спросил Гейзенберг. «Потому», — ответил Бор, — что если человек сначала не пришел в ужас от квантовой теории, он вообще не способен ее понять. Видимо, я так плохо докладывал, что никто не понял, о чем идет речь».

ПОНИМАТЬ И УЖАСАТЬСЯ

Что же должно было вызвать у слушателей Бора столь сильные эмоции? Причин тут много, но из них самая серьезная — так называемый квантовый нондeterminизм.

Как известно, квантовая теория может дать сколь угодно точное статистическое описание эксперимента, но не способна предсказать исход единичного события. Например, хорошо известна простая формула, описывающая ход радиоактивного распада. Однако реальные события соответствуют этой формуле лишь в среднем, и мы не можем ни предсказать момент распада данного конкретного атома, ни объяснить, почему он распался именно сейчас, а не в какой-то другой момент.

С самого возникновения квантовой механики начал активно обсуждаться вопрос — представляет ли эта особенность теории ее недостаток, который будет в дальнейшем

преодолен, или же построение другой, более полной теории просто невозможно. Невозможно не в силу ограниченности человеческого разума, а по причинам фундаментальным, лежащим, так сказать, в основе вещей.

Вопрос этот и до сих пор остается дискуссионным. Казалось бы, ничто не мешает нам представить себе теорию, которая хотя и не даст нам возможности предсказать, какой именно атом распадется в данный момент, но все-таки сможет объяснить, почему распался именно этот атом. Ведь наблюдая броуновское движение частиц суспензии или аэрозоля, мы не можем предсказать, куда и когда отклонится каждая конкретная частица, однако хорошо знаем причину, по которой частица изменяет направление и скорость своего движения, — это флуктуации среднего импульса молекул жидкости или газа.

Такие теории, как бы пытающиеся заглянуть за кулисы квантовых феноменов, получили название теорий скрытых параметров. С классической точки зрения естественно считать, что у всего происходящего в нашем мире непременно есть причина. Эта причина может быть скрытой, неизвестной, но она обязательно должна быть; именно это соображение и лежит в основе попыток создать более детальную теорию явлений микромира, по отношению к которой квантовая механика находилась бы в таком же положении, в каком термодинамика находится по отношению к статистической физике. А вот с точки зрения общепринятой, ортодоксальной квантовой механики теория скрытых параметров невозможна хотя бы потому, что не имеет своего предмета — «за кулисами» квантовых феноменов попросту, по представлениям квантовой механики, ничего нет.

Следует вспомнить, что среди противников квантового indeterminизма (но не самой квантовой механики!) были выдающиеся физики, внесшие огромный вклад в развитие квантовой теории: Луи де Бройль, Эрвин Шредингер, Альберт Эйнштейн. Наиболее активным критиком ортодоксальной интерпретации был Эйнштейн — он был убежден, что не следует отказываться от попыток построения причинной теории микроявлений, поскольку причинность — это не только основа мира, но и идея, которая должна находить воплощение во всякой полноценной физической теории.

КАК ИЗМЕРИТЬ МЕРУ НЕЗНАНИЯ

Вопрос о причинности в квантовой физике и ряд других принципиальных вопросов был предметом долгой и оживленной дискуссии между Бором и Эйнштейном, начавшейся в 20-х годах нашего века и продолжавшейся (правда, с разной интенсивностью) до самой смерти создателя теории относительности. Эта дискуссия (как по глубине затронутых проблем, так и по ка-

либру участников) — уникальное явление в истории науки. Ее кульминация приходится на 1935 год, когда Эйнштейн вместе со своими сотрудниками, Борисом Подольским и Натаном Розеином, опубликовал статью под названием «Является ли квантовомеханическое описание полным?»

К тому времени Эйнштейн, по-видимому, оставил надежду доказать физическую противоречивость квантовой теории, и поэтому цель статьи заключалась в том, чтобы показать лишь неполноту квантовой механики, обратить внимание физиков на то, что за ее феноменами скрываются какие-то элементы физической реальности, которые определяют поведение микрообъектов, но как бы выпадают из поля зрения самой теории лишь в силу какого-то упущения.

Рассуждения авторов статьи состоят приблизительно в следующем. Когда имеет смысл говорить, что нечто обладает физической реальностью? На этот вопрос дается такой ответ: «Если мы можем без какого-либо возмущения системы предсказать с достоверностью (то есть с вероятностью, равной единице) значение некоторой физической величины, то существует элемент физической реальности, соответствующий этой физической величине».

Естественно, что если мы заранее можем путем косвенных измерений или вычислений предвидеть какое-то событие (например, результат какого-то измерения), то существует и причина, по которой данное событие произошло именно так, а не иначе: в этом случае результат измерения как бы уже известен природе до того, как измерение выполнено, информация о нем уже как-то записана на самом объекте.

Рассмотрим, например, два гамма-кванта, возникающих в результате аннигиляции позитрона и электрона. Направление их полета заранее неизвестно, и с точки зрения ортодоксальной квантовой механики становятся физически, объективно определенными только после того, как один из этих квантов будет зарегистрирован каким-либо прибором. Таким образом, неопределенность импульса не есть лишь следствие нашего незнания того, что объективно существует, — этот импульс действительно не имеет определенной величины, или, говоря иными словами, элемент физической реальности, соответствующий импульсу, отсутствует.

Измерим теперь импульс одной из частиц. Но после этой операции окажется возможным предсказать и результат измерения импульса второго гамма-кванта: в микрофизике выполняется закон сохранения импульса, аналогичный классическому. И это значит, что импульс второй частицы перестал быть (по крайней мере для нас) неопределенным. Однако импульс второй частицы тоже считается объективно неопределенным до измерения, проведенного с первой частицей; таким образом, получается, что измерение импульса первой частицы как бы появля-

ль на физическое состояние второй частицы*, причем с бесконечно большой скоростью и совершенно независимо от расстояния между частицами.

Совершенно ясно, что, допустив возможность такого влияния, мы вводим в физику нечто вроде телепатии: в самом деле, как одна частица может знать, что происходит с другой? Ведь они разлетаются в противоположные стороны со скоростью света, быстрее которого ничто в мире не может перемещаться, даже сами электромагнитные волны.

Итак, остается вроде бы один выход — предположить, что импульс второй частицы (как, впрочем, и первой) существует до его измерения; неопределенность импульса — лишь мера нашего незнания. Таким образом, квантовая механика не может предсказать исход отдельных событий потому, что какие-то элементы физической реальности не находят в ней адекватного описания. В этом смысле она неполна, и поэтому следует желать построения более полной, более причинной теории.

ГРОССМЕЙСТЕРСКАЯ НИЧЬЯ

Ответ Бора появился вскоре после публикации статьи Эйнштейна и его соавторов. Основная идея ответа состоит в последовательном проведении квантовой логики: до тех пор пока мы действительно не измерили импульс второго фотона, его значение по-прежнему следует считать неопределенным. Согласно Бору, импульс частицы (как многие другие ее характеристики) не есть некоторое индивидуальное свойство объекта, а лишь результат его взаимодействия с прибором, измеряющим импульс, то есть у нас нет никаких возможностей убедиться в определенности импульса частицы как до, так и помимо его непосредственного измерения, даже несмотря на то, что результат такого измерения заранее известен.

Ответ Бора следует признать логически непротиворечивым, однако он не удовлетворил Эйнштейна, для которого мнению квантовая логика была одним из основных объектов критики. В последующих работах обе спорящие стороны лишь повторили с некоторыми вариациями свои доводы, так и не признав себя побежденными. Но значит ли это, что спор окончился ничью?

Во-первых, ни о какой ничьей нельзя говорить уже потому, что в результате полемики возникло гораздо более ясное и глубокое понимание того, что же такое представляет собой квантовая механика. В частности, для Бора была не столь важна победа над Эйнштейном (которой он формально достиг), сколько предельно ясное сопоставление двух позиций: ужаса перед квантовой теорией и необходимости принять ее выводы.

Во-вторых, эту полемику нельзя считать

оконченной и потому, что даже сейчас, спустя 50 лет после публикации статьи о возможной неполноте квантовомеханического описания, затронутые в ней вопросы продолжают активно обсуждаться на страницах физических и философских журналов: скрытые параметры, парадокс ЭПР и многие другие фундаментальные вопросы квантовой физики переживают своего рода второе рождение.

ПОД ЗНАКОМ НЕРАВЕНСТВА

Основой причиной вновь вспыхнувшего интереса к фундаментальным проблемам физики микромасштаба послужила статья английского теоретика Джона Белла, опубликованная в 1965 г. в первом номере начинавшего тогда издаваться журнала "Physics". В ней вечные проблемы квантовой механики были рассмотрены с новой и, как показали последующие события, весьма плодотворной точки зрения: Белл доказал теорему, из которой следовало, что требования причинности в духе классического детерминизма и теории скрытых параметров несовместимы с естественным для той же классической физики представлением о том, что измерение параметров одной частицы не может влиять на результат измерения параметров другой частицы, — с так называемым принципом локальности.

Таким образом, теорема Белла говорит о том, что если будет построена теория скрытых параметров, дающая такие же экспериментальные предсказания, как и традиционная квантовая механика, то в такой теории должны с неизбежностью возникнуть нелокальные эффекты. Иначе говоря, квантовый индетерминизм, несмотря на всю его внешнюю непривлекательность, связан с тем обстоятельством, что физик, измеряющий энергию частиц с помощью прибора, установленного в западном полушарии Земли, может быть стопроцентно уверен в том, что на результаты этих измерений не влияет работа такого же прибора, расположенного в восточном полушарии или вообще на какой-либо иной планете. Всякая же попытка построить строго причинную квантовую механику будет связана с необходимостью признать возможность столь удивительного явления*.

Работа Белла оказалась интересной еще и тем, что в ней содержались выводы, допускавшие опытную проверку: было показано, что существует целый класс экспериментальных ситуаций, для которых квантовая механика и теория локальных скрытых параметров дают разные предсказания, причем это различие может быть выявлено с помощью особого неравенства — так называемого неравенства Белла.

* Внимательный читатель мог заметить, что теорема Белла представляет собой в некотором смысле антипод парадокса ЭПР: в 1935 г. детерминизм обосновывался локальностью, Белл же доказывает в 1965 г. несовместимость локальности и детерминизма.

* Этот парадокс принято называть парадоксом Эйнштейна — Подольского — Розена (ЭПР).

Последнее обстоятельство вызвало энтузиазм среди экспериментаторов; поэтому, начиная с 70-х годов, в разных странах и с разными объектами ставились многочисленные опыты. Мы упомянем здесь лишь два из них: хронологически самый первый, проведенный С. Фридманом и И. Клаузером в 1972 г., и один из самых последних (и интересных), который выполнили в 1981 г. А. Аспек, Ж. Далибар и Г. Роже.

ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Схема этих экспериментов повторяла идею мысленного опыта Эйнштейна, Подольского и Розена, только объектами наблюдения служили фотоны, возникающие в процессе так называемого каскадного перехода.

Как известно, возбужденный атом переходит в свое обычное состояние, испуская фотон. Однако существуют возбужденные состояния, переход из которых в нормальное происходит в два этапа, через некоторый промежуточный энергетический уровень; такой переход, в результате которого возникают два фотона, называется каскадным высвечиванием. Причем, и это для нас самое важное, поляризации каскадных фотонов коррелируют, взаимно связаны. Что означает такая корреляция с экспериментальной точки зрения?

Поставим на пути наших фотонов поляризаторы, причем ось одного из них (например, левого) установим вертикально, а правого — горизонтально. Тогда, если фотон, летящий влево, пройдет через поляризатор, то пройдет через поляризатор и правый фотон. Если же оси поляризаторов параллельны, то, зная, например, что левый фотон прошел через поляризатор, можно быть уверенным, что правый фотон будет поляризатором поглощен. В случае же, если угол θ между осями поляризаторов составляет 45° , какие-либо предсказания делать невозможно: корреляция между поведением правого и левого фотона отсутствует. (Напомним, что с квантовой точки зрения фотоны, летящие к поляризаторам, не имеют до взаимодействия с ними никакой поляризации.)

Эта простая оптическая схема оказалась очень удобной для проверки неравенства Белла — при некоторых взаимных положениях осей поляризаторов теория локальных скрытых параметров (то есть теория в духе Эйнштейна — Подольского — Розена) и квантовая механика дают разные предсказания, и это различие может быть экспериментально определено путем измерения уровня корреляции отсчетов детекторов, помещенных за поляризаторами. Цель опыта Фридмана и Клаузера как раз и заключалась в том, чтобы проверить, какая же из теорий верна.

Полученные ими результаты (как и результаты многих последовавших затем аналогичных экспериментов) не оставили сомнений в правоте квантовой механики,

а значит, и в том, что всякая теория скрытых параметров должна быть нелокальной.

Применительно к описанному эксперименту нелокальность означает, что ориентация одного из поляризаторов (например, левого) или результат его взаимодействия со «своим» фотоном должны как-то влиять на свойства правого фотона, а следовательно, и на результат его взаимодействия с правым поляризатором...

Допустим теперь на некоторое время, что такое необычное влияние действительно существует. С какой скоростью оно распространяется? И как эту скорость можно измерить? Ответить на эти вопросы можно, поставив эксперимент, при котором взаимные ориентации осей поляризаторов будут очень быстро меняться. Если предположить, что скорость распространения гипотетического воздействия одной части прибора на другую конечна, то следует ожидать, что при изменении взаимной ориентации осей поляризаторов уровень корреляции отсчетов будет меняться не сразу, а с некоторым запаздыванием — не меньшим, чем время, необходимое для прохождения сигнала от одного конца установки к другому.

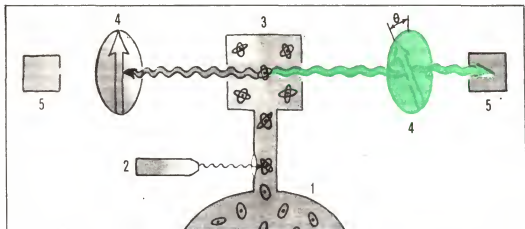
Идею такого эксперимента предложил в 1976 г. Аспек и в 1981 г. осуществил его в сотрудничестве с Далибаром и Роже. Их опыт показал, что если допустить существование воздействия одной части установки на другую, то это воздействие распространяется со скоростью, в четыре раза (!) большей скорости света. Таким образом, стало ясно, что представление о скрытых параметрах находится в противоречии не только с квантовой механикой, но и с теорией относительности*.

Таким образом, опыт Аспека, Далибара и Роже как бы завершает очередной (и очень насыщенный событиями) этап дискуссии о причинности в квантовой физике — дискуссии, представляющей прямое продолжение полемики между Бором и Эйнштейном.

НЕИЗБЕЖНОСТЬ СТРАННОГО МИРА

Значит ли все сказанное, что современный этап развития квантовой механики можно считать завершенным? Скорее всего нет, хотя теперь ясно, что от создателей нового варианта причинной квантовой теории требуется еще большее мужество, чем ранее, тем более что молчаливое большинство

* Возможно, что это противоречие не столь острое, каким оно может показаться на первый взгляд: до тех пор, пока не доказано, что с помощью такого гипотетического воздействия можно передавать сигнал, представление о нем находится не столько в логическом, сколько в формальном противоречии с постулатом теории относительности. Между тем попытки предложить конструкцию «сверхсветового передатчика», действие которого основано на квантовой корреляции, неизменно оказывались неудачными.



современных теоретиков, видимо, и не считает создание такой теории актуальной задачей.

Однако приведем цитату из книги Поля Дирака «Пути физики», написанной около десяти лет назад:

«...я не исключаю возможности, что в конце концов может оказаться правильной точка зрения Эйнштейна, потому что современный этап развития квантовой механики нельзя рассматривать как окончательный. В этой теории существует немало нерешенных проблем... Современная квантовая механика — величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно. Мне кажется весьма вероятным, что когда-нибудь в будущем появится улучшенная квантовая механика, в которой будет содержаться возврат к причинности и которая оправдает точку зрения Эйнштейна. Но такой возврат к причинности может стать возможным лишь ценой отказа от какой-нибудь другой фундаментальной идеи, которую сейчас мы безоговорочно принимаем. Если мы собираемся возродить причинность, то нам придется заплатить за это, и сейчас мы можем лишь гадать, какая идея должна быть принесена в жертву».

Вспомогая известные слова Бора («эта теория недостаточно безумна, чтобы быть верной»), можно сказать, что теория, альтернативная квантовой, должна быть не менее безумной, чем сама квантовая механика. Но значение теоремы Белла как раз и состоит в том, что она как бы устанавливает эквивалентность отказа от классического детерминизма отказу от классической же локальности, то есть она не столько запрещает построение детерминистической теории, сколько устанавливает тот минимальный уровень безумности, при котором эта теория может быть конкурентоспособной ортодоксальной теории квантов.

В связи с этим становится понятным то обстоятельство, что сейчас в качестве альтернативы квантовой механики предлагаются теории не менее безумные, чем казался

Схема опыта по проверке неравенства Белла: атомы металла (1) возбуждаются светом лазера (2) и в камере (3) излучают по два фотона; в зависимости от ориентации поляризаторов (4) эти фотоны либо задерживаются, либо регистрируются детекторами (5)

в свое время отказ от классического детерминизма. Мы упомянем лишь некоторые из них.

Это, например, теория множественных миров, согласно которой наша Вселенная — лишь один из континуального множества параллельно существующих миров, каждый из которых непрерывно ветвится всякий раз, когда природа должна делать выбор. Причем появляются и затем сосуществуют столько миров, сколько возможных исходов случайного события могут в принципе реализоваться.

Это релятивистская теория дальнего действия, в которой допускается фундаментальная симметрия прямых и обратных причинно-следственных цепей, то есть в рамках которой воздействие будущего на прошлое столь же существенно, как и столь привычное нам воздействие прошлого на будущее.

Это и теория скрытых параметров, существенным элементом которой служит представление о не зависящем от расстояния и распространяющемся со сверхсветовой скоростью специфическом «квантовом потенциале», управляющем поведением микрочастиц.

Перечисленные теории широко известны, но имеют мало сторонников. Трудно сказать, в чем тут причина — в их ли чрезмерной или недостаточной безумности? Или же в том, что большинство современных физиков (в силу образования и традиции) попросту не считают квантовый индетерминизм настолько серьезным недостатком квантовой механики, ради преодоления которого следует пускаться в далекое и связанное с неизбежными жертвами плавание по волям фантазии?

Впрочем, причину такого консерватизма

легко понять: нет ни одного эксперимента, который бы противоречил квантовой механике; ее трудности носят скорее характер противоречий внутри самих научных идей.

СЛЕДСТВИЕ БЕЗ ПРИЧИНЫ?

Что касается нелокальности, то, может быть, отказ от этого принципа не окажется столь болезненным, сколь болезненным должен оказаться отказ от квантового indeterminизма. Дело в том, что в поведении микроробъектов нелокальность проявляется довольно явно. Достаточно вспомнить хрестоматийный пример интерференции элементарной частицы (например, электрона) на двух щелях: интерференционная картина на экране зависит от взаимного положения щелей и меняется, если одна из щелей оказывается закрытой. Иными словами, частица ведет себя так, как будто бы она одна сразу пролетает через обе щели.

Следует также упомянуть еще одно проявление квантовой нелокальности — так называемый эффект Ааронова — Бома, недавно получивший строгое экспериментальное подтверждение и еще не оцененный в должной мере.

Вот в чем состоит суть этого эффекта. Представим себе опыт, в котором заряженная элементарная частица-волна интерферирует сама с собой на двух щелях, но при условии, что между щелями и экраном, регистрирующим интерференционную картину, помещен бесконечно длинный соленоид. Как известно, магнитное поле такого соленоида целиком сосредоточено внутри него и за его пределами равно нулю — вне соленоида магнитного поля как такового нет, а есть только его векторный потенциал, представляющий собой, как принято считать, лишь чисто математическую абстракцию.

Между тем, как предсказывает квантовая теория и как подтверждает эксперимент, характер интерференционной картины в этом случае все же зависит от наличия магнитного поля внутри соленоида. То есть электрон как бы чувствует наличие магнитного поля и там, где его нет, ставя тем самым под сомнение справедливость классического принципа близости действия. И в соответствии с тем, что именно классический детерминизм как раз и требует нелокальности, то есть возможности дальнего действия...

О том, что все в мире связано, нам хорошо известно из классической физики. Квантовая механика придает этому тезису новый, гораздо более глубокий смысл, более близкий к тезису «всё есть всё». Чтобы убедиться в этом, вспомним известное замечание Эйнштейна о том, что природа не играет в кости.

Воспользуемся этой метафорой для обсуждения уже известного нам корреляционного эксперимента, результат которого позволено истолковать и так, что существует

принципиальная возможность точно предсказать событие, не имеющее причины. Оставаясь на точке зрения локальности, мы должны будем сказать, что, пока квантовые игральные кости (фотоны, летящие к поляризаторам) находятся на пути к цели, они не имеют меток на своих гранях (скрытые параметры отсутствуют). Метки (притом одинаковые!) возникают лишь в момент остановки игральных костей. Когда же природа делает свой выбор?

До того, как кости начали падать? Так следовало бы думать, придерживаясь классической точки зрения. Однако теорема Белла плюс требование локальности это нам запрещают. В момент остановки первой игровой кости? Но тогда не вполне ясно, как это событие может повлиять на то, что произойдет со второй костью.

Поэтому, видимо, следует предположить, что для природы две игральные кости, выпавшие из одного стакана (две частицы, возникшие в результате одного акта излучения, аннигиляции и т. п.), суть один неделимый объект, а падение их на стол (взаимодействие частиц с прибором) есть в известном смысле одно событие (точнее, одно «би-событие»), которое можно разделить на два лишь с известной условностью.

Таким образом, для способности

«В одном мгновенье видеть вечность,
Огромный мир — в зерне песка,
В единой горсти — бесконечность,
И небо — в чашечке цветка»*

есть, как мы видим, вполне серьезные физические основания.

Жаль только, что ученые умеют делать это пока заметно хуже поэтов.

Что читать о парадоксах квантовой механики

Эйиштейн А. Собрание научных трудов.

М.: Наука, 1968, т. 3, с. 605.

Бор Н. Избранные научные труды. М.: Наука, 1971, т. 2, с. 180, 399.

Спаский Б. И., Московский А. В. Успехи физических наук, 1984, т. 142, вып. 4, с. 599.

Гриб А. А. Успехи Физических наук, 1984, т. 142, вып. 4, с. 619.

* Стихотворение У. Блейка в переводе С. Маршака.

последние известия

Если вещество находится в жидком или газообразном состоянии, то составляющие его нейтральные атомы или молекулы движутся хаотически со средней скоростью, определяемой температурой. Однако это только в среднем: в действительности же среди частиц можно найти и очень медленные, «холодные», и очень быстрые, «горячие». В результате химические и физические свойства вещества (например, его реакционная способность, спектры) оказываются усредненными, не характеризующими свойства индивидуальных атомов и молекул. А при охлаждении до температуры, близкой к абсолютному нулю, когда тепловое движение частиц прекращается, все вещества становятся твердыми телами и на свойства атомов и молекул начинают сильно влиять силы физического взаимодействия между ними.

Замороженные атомы

Пучок нейтральных атомов натрия удалось замедлить с помощью лазерного луча до температуры, близкой к абсолютному нулю.

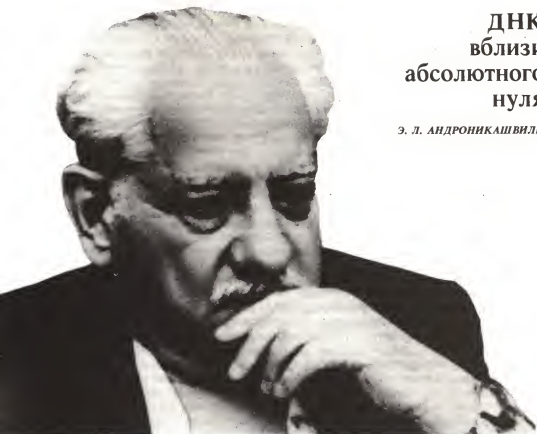
Для того чтобы иметь возможность изучать не усредненные тепловым движением свойства атомов и молекул, их надо получить в виде сильно переохлажденного газа — так, чтобы расстояния между ними были такими же, как в сильно разреженном газе, охлажденном до очень низкой температуры. Этого удалось достичь, замедляя пучок нейтральных атомов натрия с помощью лазерного луча.

Навстречу пучку атомов, движущихся со скоростью 1000 м/с, направлялся лазерный луч с длиной волны, соответствующей линии резонансного поглощения натрия. Поглощая один фотон, каждый атом получает импульс, замедляющий его движение на 3 см/с; после поглощения 30 тыс. фотонов скорость атома, естественно, снижается практически до нуля. Впервые принципиальная возможность получения «холодных» атомов таким способом была показана советским физиком В. С. Летоховым в 1981 г.; однако тогда реализовать метод не удалось из-за сложностей технического характера.

Дело в том, что из-за эффекта Доплера уменьшение скорости атомов приводит к изменению условий резонансного поглощения, в результате чего рано или поздно лазерный луч перестает замедлять атомы; к этому же результату приводит и переход атомов в возбужденное состояние. Лишь недавно двум группам американских исследователей удалось преодолеть эти затруднения; наиболее эффективным оказалось применение неоднородного магнитного поля («New Scientist», 1985, № 1454, с. 20). В результате атомы натрия удалось замедлить до скорости, соответствующей температуре, лишь на тысячные доли градуса превышающей абсолютный нуль.

Холодный «натриевый газ», содержащий около 1000 атомов в 1 см^3 , удастся хранить несколько секунд в магнитной ловушке. Изучение его физических и химических свойств позволит узнать много нового о квантовых свойствах вещества и особенностях его поведения при сверхнизких температурах.

В. БАТРАКОВ



ДНК вблизи абсолютного нуля

Э. Л. АНДРОНИКАШВИЛИ

7. КОЛЛАГЕН

Мы сосредоточили свои усилия на молекуле коллагена. Коллаген — самый распространенный белок в организме животного. Сорок процентов белков — это коллаген. Он входит в состав соединительных тканей, хрящей, кишок...

Но занялись мы им совсем не потому, что его много. Дело в том, что молекула этого фибриллярного (нитевидного) белка состоит из трех полипептидных цепей, скрученных в тройную спираль. В каждой из этих цепей каждая третья аминокислота — глицин. Цепи, как и в молекуле ДНК, соединены друг с другом водородными связями. При нагревании коллагена водородные связи рвутся, и каждая цепь сворачивается в самостоятельный хаотический клубок.

Коллаген — хорошая модельная молекула для тех, кто изучает двойную спираль ДНК.

С 1965 г. атмосфера в лаборатории биофизики изменилась. От нас ушла в другой институт большая группа биологов. Годом позже перебрался в Пушкино под Москвой Привалов, ставший ученым секретарем Института белка АН СССР.

Общение, общение и еще раз общение между людьми, работающими в одной комнате, работающими в соседних лабораториях или в институте, как одним целом. Общение, которое подразумевает возможность обсуждения, спора, критики, взаимного подпитывания идеями, возможность сказать все, что угодно, даже глупость. Это и есть творческая атмосфера в научном коллективе. В разные периоды времени она то вспыхивает, то затухает.

В ту пору, когда я работал в Институте физических проблем у Капицы, творческая атмосфера там пылала. На Эльбрусе, на станции космических лучей, тоже пылала. При сооружении ядерного реактора и в начале ядерно-физических исследований тоже пылала.

Пока не был создан первый сканирующий дифференциальный микрокалориметр, в лаборатории биофизики энтузиазм хотя и наблюдался, но все же было что-то не то.

Мешали случайные люди. К тому же среди них были и неудачники, ставшие скептиками. А теперь запылало. Возникла настоящая творческая обстановка. Атмосфера дружбы, взаимного понимания. Вот только разницу в возрасте — целых 30 лет — сжечь на огне творчества удастся не всегда...

Мы дружно занялись коллагеном.

Модель структуры этого белка предложили Ф. Крик и А. Рич. Из их модели легко подсчитать число водородных связей, действующих поперек молекулы между отдельными звеньями цепей. Отсюда легко вычисляется энергия, которую нужно затратить, чтобы раскрутить тройную спираль, разорвав все водородные связи. И, о ужас!..

Представляете, какая произошла беда? Мы измерили теплоту внутримолекулярного плавления коллагена, и она оказалась у нас в пять раз большей, чем разрешала модель Крика и Рича.

Все измерение было проведено в очень разбавленных растворах, в которых молекулы коллагена не взаимодействуют друг с другом, и, принимая во внимание чувствительность наших приборов и отсутствие посторонних факторов (например, огромной концентрации), расхождение между нами и Криком следовало считать совершившимся фактом.

Положение спас Георгий Мревлишвили, который еще в 1972 году мысленно встроил в тройную спираль коллагена четвертую цепочку, состоящую из молекул воды, а затем экспериментально доказал методами низкотемпературной калориметрии и ЯМР-спектроскопии, что действительно существует фракция воды, которую жестко фиксируют полипептидные цепи коллагена. При этих условиях число водородных связей внутри гидратированной молекулы коллагена резко возрастает и эксперимент сходится с моделью, построенной Криком и Ричем.

В ЯМР-исследованиях решающую роль сыграли Леван Буишвили и Юрий Шариманов. Для последующих исследований их результаты оказались важнейшими. Так возникла и подтвердилась идея о существовании внутри биомакромолекул слоев гидратной воды, один из которых аналогичен кристаллизационной воде в твердом теле. Эта работа Мревлишвили сейчас признана повсеместно.

После общего дружного успеха в исследованиях коллагена пути участников нашей группы стали расходиться. Каждый из них получил от меня свое задание, которое дополняло работу других. Гия стал специализироваться в области гидратации макромолекул, субклеточных органелл, клеток; Джемлет стал изучать плавление хроматина; Женя Кизирия вплотную занялся внутримолекулярным плавлением ДНК и коллагена; Нугзар Бакрадзе стал работать над фазовыми превращениями в РНК.

Однако одна экспериментальная работа была выполнена общими силами: мы построили диаграмму состояния для растворов и фибрилл (то есть макромолекулярных жгутов) коллагена, которая показала, что при физиологических условиях температура внутримолекулярного плавления коллагена, выделенного из опухолевых тканей, отличается от температуры внутримолекулярного плавления этого белка, выделенного из нормальных тканей.

8. ГИДРАТАЦИЯ

Из всех биофизиков у меня с Георгием Михайловичем Мревлишвили, или просто с Гией, самые непринужденные отношения. Кстати, кахетинское селение Икалто, из которого происходят Мревлишвили, отделяют всего четыре километра от селения Ожо, из которой происходит наша ветвь Андрионикашвили. Большой любитель музыки, которой он изменил ради физики, Гия тем не менее лишен способности, характерной для грузин, — спеть на два или три голоса простейшую мелодию. Внешность у него запоминающаяся: черные, как смоль, непослушные волосы и смуглое худощавое лицо делают его похожим не то на индийца, не то на араба.

В праздничные дни, посадив в машину четырех или пятерых сотрудников, мы отправлялись в горы или в долины Грузии.

В то лето 1968 года нас было четверо, если не считать водителя Гурами Эстатишвили. Мы ехали поговорить, нет, поговориться о науке: Эка Львова, наш биохимик Зина Чаңчалашвили, Гия и я. Путь мы держали в Кахетию.

Долина реки Алазани непосредственно подходит к Главному Кавказскому

хребту, идущему здесь на убыль, а с другой стороны примыкает к невысоким лесистым Гомборским горам.

Особенно часто я наезжаю в Некреси — старинное епископство на склоне Кавказского хребта. Это комплекс монастырских построек VI, VIII и XII веков. Постройки расположены так, что их не видно снизу. Но если вы поднялись туда, то перед вами открывается великолепная панорама Алазанской долины. Густой лес вокруг делает это место привлекательным для тех, кто хочет съесть кусок овечьего сыра и запить его холодной ключевой водой. Но въехать в Некреси на машине достаточно трудно: крутые повороты на очень крутых склонах. Даже «джипу» взобраться туда не очень легко. Надо быть Гурамом Эстатишвили, чтобы одолеть этот сложный подъем, как говорится, без сучка, без задоринки.

Мы уже собирались возвращаться в долину, как начало накрапывать. Крупные и редкие капли предвещали недоброе. Не успела машина развернуться, как хлынул дождь. Вдоль дороги устремилась целая река. До поры до времени мы ехали вместе с потоком, но в одном месте ливень промыл огромный кусок обочины и, обрушиваясь вниз, увлек за собой машину, потерявшую управление. Мужчины, выскочив, стали подтаскивать огромные камни под колеса, но машина уже нависала одним боком над пропастью. Положение становилось катастрофическим, тем более что обе наши спутницы остались в кабине. Тогда Гия — человек невысокого роста, неширокий в плечах и гибкий в пояснице — схватился за передний бампер машины и отбросил ее в сторону...

Мокрые, полураздетые мы съехали в долину, освещенную горячим солнцем и через полчаса, уже обсохшие и отогревшиеся, раскинули скатерть-самобранку.

Разговор зашел о гидратации различных молекул: ДНК и РНК, фибриллярных белков типа коллагена, глобулярных (компактных) белков — сывороточного и яичного альбумина. Для определения степени гидратации, то есть степени связывания воды с тканями, клетками, молекулами, в наших лабораториях был создан новый тип микрокалориметра, который предназначался для того, чтобы измерять теплотемплоглощение в широком интервале температур от -100°C до 100°C . Первые такие работы мы выполнили на тканевом и на молекулярном уровнях с Мревлишвили и Приваловым.

Конечно, та вода, которая просто заполняет любой биологический объект, не соприкасаясь с тканью или с ее частями, переходит в лед вблизи 0°C . Но процесс вымораживания гидратной воды, как чулком охватывающей молекулу, простирается до -20 — -25°C . И даже при этих температурах вода не переходит в лед. Она вообще не замерзает — даже при гелиевых температурах, порядка 4K (или -269°C). Поначалу понять причину этого эффекта было просто невозможно. Все выяснилось значительно позже.

Эту-то незамерзающую воду мы и называем гидратной водой.

Было интересно узнать, как ведет себя гидратная вода в живых организмах. Становится ее больше или меньше по мере развития жизни? Такое исследование было предпринято Мревлишвили, и оно дало важнейшие, с моей точки зрения, результаты. В качестве объекта была выбрана грена тутового шелкопряда. Количество связанной воды определяли по мере развития грены. Выяснилось, что чем более зрелой становится грена, тем меньше связанной воды остается в ней и тем больше в ней свободной влаги. Аналогичные работы Гия провел на разных тканях животного происхождения и выяснил, что крысиная печень гидратирована значительно больше, чем мышца, а крысиный мозг, как оказалось, содержит минимальное количество связанной воды.

Эти работы Мревлишвили стали мощным толчком для дальнейших наших исследований.

9. КРИОБИОФИЗИКА

В 1973 году мы вместе с Мревлишвили должны были вылететь в Польшу, в Закопане, для участия в национальной конференции по калориметрии. Но я задержался, потому что в Грузию прибыл академик А. П. Александров — для того, чтобы открыть в высокогорном поселке Шови Всесоюзное совещание по физике ядерных реакторов, организованное нашим институтом. К нашему общему с Гией докладу я опоздал. Приезжаю в Закопане, а доклад уже сделал Гия, и все очень хвалят его как докладчика.

Здесь, в Закопане, Гию стали звать Джорджем. Так он и зовется по сей день в международных кругах.

Уже тогда Гия рассказывал о наших работах по гидратации коллагена и о важнейшем понятии критической концентрации воды в растворе коллагена, той концентрации, когда этот белок еще можно считать нативным. Эта концентрация оказалась равной 0,36 г воды на 1 г сухого веса белка. Она приблизительно соответствует такой структуре тройной спирали, когда в эту сложную конфигурацию вплетена четвертая — водная цепочка. Если воды меньше, то молекула теряет свою нативность. Если воды больше, то при определении энтропии вблизи абсолютного нуля измерения могут потерять свою однозначность из-за того, что протон, не связанный биологически, может занимать в структуре льда два положения. Как говорят физики, он находится в состоянии вырождения.

В ту пору, о которой идет речь, у нас еще не было своего низкотемпературного калориметра, работающего вблизи абсолютного нуля, то есть от 4К и выше. Поэтому мы воспользовались для этой цели прибором Карло Квавадзе — сотрудника другого отдела. Карло измерял на этом приборе теплоемкость кристаллов, насыщенных примесями. И прибор его был не микро-, а макрокалориметром. Но это был не абсолютный, а дифференциальный прибор, то есть он измерял разность теплот, поглощаемых в двух ампулах. Чувствительность прибора была $4 \cdot 10^{-8}$ Вт, то есть почти в три раза выше, чем чувствительность дифференциальных калориметров, первоначально созданных в институте.

Но для коллагена подошел и макрокалориметр. Чего было скупиться на этот белок, которого в организме животного около 40 %?

Когда установка Карло заработала, то команда Гии стала мерить день и ночь напролет. Команда — это массивный и медлительный Гурам Джапаридзе, молчаливый Виктор Сохадзе и очень реактивный черный-черный Дима Татишвили. Установка начала выдавать весьма интересные и важные результаты. Во-первых, высушенный коллаген и нативный коллаген, судя по температурной зависимости теплоемкости, оказались совершенно различными веществами. Глядя на кривые, даже нельзя догадаться, что и это, и это — один образец, только сперва увлажненный до критической степени гидратации, а потом высушенный.

Во-вторых, нативный коллаген, взятый в виде тройной спирали, и коллаген, в котором произошло внутримолекулярное плавление, из-за чего каждая из трех нитей свернулась в самостоятельный хаотический клубок, тоже различались по своим тепловым свойствам. И особенно сильным отличие было именно при низких температурах. При 15К разность теплоемкостей дала максимум. Как странно!

Когда мы с Гией, опершись лоб в лоб, рассматривали эти кривые, нас понемногу стала трясти лихорадка.

— Как вы думаете, Элевтер Луарсабович, чем можно объяснить этот максимум на температурной зависимости?

Подумав, я ответил:

— Вода в них «просыпается» по-разному.

— Что значит «просыпается»?

— Этот максимум соответствует возникновению локальных колебаний молекул воды, которые в двух образцах возбуждаются при разных температурах. Ведь молекула воды в какой-то степени чужеродна по отношению к аминокислотам, входящим в цепь. Значит, у нее иная масса, которая дает свой инерционный вклад в частоту колебаний. И силы, связывающие ее с полипептидной цепью, другие, чем силы, действующие между аминокислотами. Значит, опять-таки частота колебаний иная.

Нас самих удивило, что два «камешка» охлажденного коллагена при низких температурах ведут себя по-разному. Нативность сказывается даже при температурах, чуть выше гелиевых.

Конечно, и до нас охлаждали белки и пептиды до гелиевых температур. Хатченс из Чикагского университета, Дорель в Гренобле, Файнголд в Филадельфии. Но никто из них не обращал должного внимания на степень гидратации, при которой велись эксперименты. И результаты получались неопределенными.

Биокалориметров, работающих от 4 до 400К, в мире всего-то несколько штук. Да еще один сейчас сооружается в Японии.

Еще два года у нас ушло на создание высокочувствительного комплекса низкотемпературной адиабатической микрокалориметрии, включающего абсолютный калориметр (объем измерительной ячейки — $0,4 \text{ см}^3$) и дифференциальный сканирующий микрокалориметр с единой электронной системой управления. Эта аппаратура позволяла получить исчерпывающую информацию об абсолютной теплоемкости (а следовательно, об абсолютной энтропии) и других тепловых эффектах в биополимерах в интервале температур $2,5\text{—}400\text{K}$.

Вот когда во мне снова проснулся специалист по низким температурам! Поэтому в 1976 году на конгресс криоинженеров в Гренобле поехал и я. Встретил много старых знакомых по физике низких температур: Мендельсона и Кёрти из Оксфорда, Бакингема из США. Из тоненького молодого человека, каким я знал его по Кембриджу, Бакингом стал уж чересчур солидным бизнесменом — заместителем директора Бюро стандартов в Вашингтоне. Встретил французов Лаказа, Дрейфюса, Сулети; Риндера из Лозаннского университета и голландца Хюискампа — все они побывали гостями нашего института.

Я, может быть, и не поехал бы на совещание в Гренобле, если бы опять-таки в связи с криобиофизикой не было необходимости побывать на мощнейшем франко-германо-английском исследовательском реакторе «Лауэ — Ланжевен». Его тремя содиректорами в тот год были француз Жакро, немец Мёссбауэр и англичанин Смит. У Жакро был эксперимент; с Мёссбауэром, несмотря на то что он уезжал в тот же день в ФРГ, мы все же успели познакомиться. Зато с незнакомым мне Смитом и его сотрудниками у меня завязалась длительная беседа. Они изучали рассеяние нейтронов на коллагене и раз от разу получали несходные результаты.

Тут-то я и развернулся со всем нашим пониманием того, что значит для коллагена гидратная вода.

На обратном пути со мной, как и всегда в дороге, произошел необычный случай. Наш самолет Гренобль — Париж приземлился на аэродроме Орли. Мне предстояло на автобусе доехать до городского вокзала вблизи площади Инвалидов и оттуда добираться до забронированной для меня гостиницы. Завтра я должен был лететь с аэродрома Ле Бурже.

Пока водитель расставлял наши чемоданы вдоль автобуса, какой-то молодой человек, расталкивая не успевших еще выйти пассажиров, выскочил из машины, схватил чемодан и умчался. Когда я тоже вышел из машины, на перроне одиноко стоял чужой чемодан, правда, похожий на мой. Легкомысленные французские служащие городского аэровокзала уговаривали меня взять этот чемодан и сообщить им, в какой гостинице я останавлиюсь.

— Когда-нибудь он ведь должен спохватиться? — говорили они. — Мы ему сообщим ваш адрес, и он привезет ваш чемодан в гостиницу.

Но я не пошел на поводу у служащих. Хорош бы я был: забрать чужой чемодан, в котором могли оказаться наркотики, порнография и еще черт знает что! Я уехал, чертыхаясь.

В ожидании своего чемодана я просидел весь день у себя в номере, и на утро он действительно был вручен мне. Но его уже умудрились оформить в аэропорту «Генерал де Голль» для полета в Англию.

Конечно, в этот раз я никого не успел повидать в Париже и ничего не успел посмотреть, кроме музея импрессионистов, размещающегося во дворце Тюильри. Вечером я вылетал в Москву. Злой и утомленный, я забыл пальто в кафе аэропорта, и только любезность одной из служащих спасла меня от этой потери. Она бегом прибежала к паспортному контролю и вручила мне его, когда я был уже за кордоном. Шляпа же пропала бесследно.

А ведь я горжусь тем, что никогда в жизни не потерял ни одной вещи.

10. НА КОНФЕРЕНЦИИ В ПРАГЕ

Если на конференции в Гренобле я был среди старых знакомых, то в Праге я не знал никого. Но мне не было одиноко, так как я делил со своими учениками признание со стороны окружающих, радость их встреч — что может быть приятнее для человека моих лет, воспитавшего «сыновей», которыми он может гордиться?

Особенно теплой была встреча с американцами Билтоном, Гилом и Карашем, академиком Зеленкевичем из Варшавы, нашим чешским хозяином Бирошем. Будто знал их с десятком лет, а на самом деле встретились впервые.

Из советских участников пленарный доклад был только у П. Привалова, как у члена Международной комиссии по биотермодинамике. Остальные наши доклады были стендовыми. Но, несмотря на это, Джамлет Монаселидзе и Наталья Есипова с упоением рассказывали о своей совместной работе. Есипова — знаток биофизики, необыкновенно увлекающаяся личность, увлекается сама и может увлечь кого угодно. В их работе, по-моему, впервые излагались результаты термодинамического исследования кристаллических белков. Конечно, особенно интересным было установить корреляцию между температурой внутримолекулярного плавления белка и плавления кристалла.

Странные люди все-таки эти иностранцы. Никак не справятся с грузинскими именами. Уж чего проще сделать экстраполяцию от Джамлета к Гамлету! Так и того не могут, а если им подскажешь, то забывают тут же. Или Шекспира они не читали?

Что касается Гии, то на этот раз он рассказывал о своих работах, в которых подробнейшим образом была установлена трехмерная диаграмма плавления и кристаллизации трехкомпонентных растворов вода — ДНК — натриевая соль.

Это исследование, проведенное в температурном интервале от -100 до 0°C , являлось необходимейшим этапом во всех наших работах. В нем устанавливалась та критическая концентрация воды в ДНК, при которой молекула ведет себя еще как полностью нативная. При меньших концентрациях воды ДНК уже теряет свои нативные свойства. Эта критическая концентрация оказалась равной $0,6$ граммов воды на 1 грамм сухого веса ДНК.

И вот почему эта работа Гии была так важна: много лет назад мы измерили теплоемкость ДНК при гелиевых температурах и заявили доклад на низкотемпературную конференцию в Ленинграде. Послали тезисы. Но когда начали писать доклад, то поняли: попали в какой-то необъяснимый тупик и не смогли разобраться, в чем дело. В Ленинград не поехали.

На следующую конференцию такой же доклад заявил директор Харьковского физико-технического института низких температур Борис Иеремиевич Веркин с сотрудниками, измерявшими теплоемкость биополимеров при гелиевых температурах. В этом докладе все было, как у нас. Но у нас-то было не все учтено. И главное, мы не учли свойств гидратной воды. Теперь, после работы Мревлишвили и его группы, нам стало ясно, в каких условиях надо ставить низкотемпературные эксперименты с ДНК.

Под конец Пражской конференции состоялась дискуссия «Вода в биологических системах», на которой мы с Гией определили нашу позицию:

— Нельзя рассматривать свойства растворителя в присутствии биополимеров, не рассматривая одновременно свойств самих биополимерных молекул. И наоборот, нельзя рассматривать свойств биомакромолекул, не рассматривая свойств растворителя. Вода и биополимер — это единое целое, чего не учитывают очень многие исследователи.

II. ДНК ВБЛИЗИ АБСОЛЮТНОГО НУЛЯ

После Праги мы с Гией сели думать. Что делать дальше? Более чем ясно, что надо измерить теплоемкость (иными словами, энтропию) ДНК, начиная от гелиевых температур и выше. Но измерять, как вы помните, надо абсолютное значение энтропии. Значит, дифференциальный калориметр не годится. Поэтому все измерения надо провести на низкотемпературном абсолютном микрокалориметре наивысшей чувствительности с минимальным количеством ДНК. Объем рабочей ампулы был взят равным $0,4\text{ см}^3$.

— Так как будем мерить: сухую или нативную?

— Сухую. Нет! Сухую и при нескольких значениях влажности, включая критическую концентрацию воды.

— Потом в денатурированном состоянии?

— Да, обязательно. При тех же влажностях.

— Достигнем мы желаемого эффекта? То есть найдем ли разность энтропий между нативным и не нативным состоянием?

— У коллагена же нашли... Но это не то, что мы ищем. При плавлении всегда так.

Долгое молчание.

— Знаешь, Гия, как надо сделать? Я бы...

— Знаете, Элевтер Луарсабович, я бы сделал...

Пришли к единому мнению: надо, во-первых, измерить ДНК при разных значениях влажности. Во-вторых, сделать смесь из четырех нуклеотидов в условиях, при которых они не смогут образовать комплементарные пары.

Смесь надо взять такую, чтобы взаимные концентрации соответствовали нуклеотидному составу той ДНК, которую будем изучать. При разных влажностях, конечно. А для этого надо найти критическую влажность для каждого нуклеотида в отдельности.

Четыре или пять новых исследований на пути к цели. А сколько уже сделано за четверть века! Гия даже не помнит, просто не может помнить начало этой эпопеи. Когда она началась, он даже не был еще студентом.

— Знаешь, начать можно с чего угодно. Только предлагаю: каждый нуклеотид с присущей ему влажностью заморозить до азотных температур, а потом растолочь до мелкого порошка, смешать, охладить эту смесь до гелиевых температур и измерить температурную зависимость теплоемкости.

И Гия со своими ребятами сделал превосходную работу по гидратации синтетических полинуклеатидов: А—Т и Г—Ц полимеров и природных ДНК с разным содержанием пар Г—Ц. Оказалось, что А—Т пары гидратируются почти в два раза сильнее, чем Г—Ц пары, следовательно, Г—Ц блоки в какой-либо молекуле ДНК несколько «тоньше», чем А—Т блоки, если в понятие «толщины» включить также и гидратную воду. Чемпионом по связыванию воды среди всех сортов нуклеотидов оказался тимин*.

Результаты калориметрических исследований хорошо сошлись с выполненными в США исследованиями Дикерсона методом рентгеноструктурного анализа, и теперь мы располагаем совершенно достаточными сведениями о взаимодействии молекулы ДНК и нуклеотидных пар с проникающей в них и окружающей их гидратной водой.

Кроме того, команда Гии установила связь между степенью гидратации и отношением количества Г—Ц пар к А—Т парам. Она оказалась линейной.

Ну, все! Начинаем измерения ДНК при гелиевых температурах. Раз, два... Стоп!

Гия помешался на новой модели ДНК, которая была предложена индийскими учеными Гупта и Сасисенхараном. Это закрученная спираль ДНК, обнаруженная впоследствии Алексом Ричем и его сотрудниками (помните модель коллагена Крика и Рича?). Рич показал, что молекула ДНК, будучи правозакрученной спиралью, на каком-то участке может вывернуться и стать левозакрученной. Рич также выяснил, что способность к такой локальной конформации проявляют участки, богатые чередующимися Г—Ц парами, и в растворах это происходит при большой концентрации ионов натрия и магния.

Рентген подтвердил возможность такой конформации, и Гия мечтает найти ДНК с левозакрученными участками калориметрическим способом. Но опять нужны температуры, близкие к абсолютному нулю.

Снова начались обсуждения той реальной структуры молекулы ДНК, о которой я говорил лет десять назад. Теперь она была подтверждена рентгеноструктурным анализом. Но это, конечно, уже не точечное нарушение, каким является внедренный в ДНК металлический ион. Вывернувшийся участок ДНК есть скорее линейный дефект, возможно, напоминающий дислокацию в кристалле твердого тела.

Но тем не менее эксперимент с ДНК, охлажденной до гелиевых температур и постепенно нагреваемой до 100 К, был закончен к Первому международному симпозиуму по биокалориметрии, состоявшемуся в Тбилиси в конце сентября 1981 г.

Конечно, ДНК повела себя неожиданно. В отсутствие влаги температурный ход теплоемкости в ней оказался линейным. Иными словами, фононы (кванты звуковых

* Об этой работе было рассказано в «Химии и жизни» — см. 1982, № 4. — Ред.

волн) могут распространяться в таком образце только вдоль одного направления, вдоль молекулы ДНК.

При концентрации влаги около 8 молекул на пару оснований в интервале температур 4—40 К начинается появляться квадратичная зависимость теплоемкости от температуры. Это означает, что в таком образце фононы могут распространяться по плоскости от одной молекулы к другой. При более высоких температурах квадратичная зависимость переходит в линейную. Можно сделать заключение, что возникающие при нагревании изгибные колебания струн (полинуклеотидных цепей) гасят распространение регулярных звуковых волн поперек струн.

Наконец, при концентрациях 23 молекулы воды на пару оснований и выше образец представляет собой трехмерное тело с кубической зависимостью теплоемкости от температуры. Фононы могут двигаться во всех трех измерениях. Но при повышении температуры зависимость от нее теплоемкости начинает из кубической переходить в квадратичную и выше 10 К снова становится линейной. Снова изгибные колебания струн гасят звуковые волны, распространяющиеся по трехмерному телу. Сперва совокупность молекул ДНК превращается как бы в слоистый образец, а при более высоких температурах — в совокупность линейных цепей.

Итак, при самых низких температурах мы нашли в образце ДНК линию, плоскость, объем — в зависимости от концентрации влаги. Вот уж не ожидали!

И не подведет ли нас структурная вода в ДНК при постановке эксперимента круцис?

Я вспоминаю свой разговор с Виньярдом, когда я предложил ему изучать рассеяние нейтронов на полимерных цепях ДНК.

Если бы я знал в 1965 году, какие результаты получатся при исследовании ДНК различной степени влажности, то дал бы Виньярду иной совет. Я рекомендовал бы наблюдать рассеяние медленных нейтронов в ДНК не при обычных температурах, а начиная с 4 К. Да еще при разной влажности.

12. БИОФИЗИКА ИНТЕРЕСУЕТ ВСЕХ

В Институт физики часто приезжают гости — советские и иностранные ученые.

В их числе был лауреат Нобелевской премии экс-президент Академии наук Бельгии профессор Илья Пригожин. Человек широкого кругозора, выдающийся специалист в области термодинамики необратимых процессов и открытых систем, он с вниманием и глубоким пониманием знакомился с институтом. Под конец я привел его в лабораторию физики биополимеров. Здесь он задержался надолго, выясняя в подробностях сущность наших взглядов на термодинамику ДНК и других макромолекул. Его заинтересовали работы, в которых в ДНК были обнаружены ионы двухвалентных металлов, запрещенные уотсон-криковской моделью идеальной двойной спирали. Привлек внимание тот факт, что при злокачественном росте концентрация таких ионов в ДНК возрастает.

Приезжал к нам и председатель Комиссии по атомной энергии США нобелевский лауреат профессор Глен Сиборг, сопровождаемый целой свитой директоров подчиненных ему национальных лабораторий: физиков, химиков, биологов. И опять в центре визита наша биофизика: молекулы ДНК и ионы металлов в них, накапливающиеся при злокачественном росте.

Сиборг такого высоченного роста, что ему приходилось сгибаться, чтобы выслушать среди царившего вокруг шума мои объяснения. Он проявил доброе внимание к нашим работам. Посетовавший с сотрудниками, он пригласил меня выступить в одном из университетов США. Результатом этого выступления стала совместная наша работа с учеными Гарвардского университета.

Наконец, в один прекрасный день в Тбилиси приехали Роберт Шриффер — один из авторов микроскопической теории сверхпроводимости, так называемой БКШ-теории (Бардин, Купер, Шриффер — все нобелевские лауреаты), и его спутник К. Маки.

Начнем с Маки. Он японец самого высокого происхождения, говорят, императорской фамилии, и это накладывает отпечаток на его поведение, в особенности на походку (он ходит несколько боком) и на положение рук, которые он держит на уровне груди, обе повернуты в левую сторону.

Георгий Харадзе говорил мне, что если Маки изменит свою позу и походку, то это будет обозначать отказ от высокого происхождения.

Маки — талантливый теоретик, он редко засиживается у себя на родине. Я встретался с ним во Франции, где он жил годами, потом он кочевал из одного университета США в другой, работал в Скандинавии. Физик он, конечно, прекрасный, но уловить по выражению его лица, слушает он тебя или нет, интересен ему твой рассказ или нет — совершенно невозможно.

Шриффер — массивный человек с очень умным и внимательным взглядом. Казалось бы, его, специалиста по физике низких температур, больше всего должны были бы интересовать исследования по сверхтекучести, по сверхпроводимости или по одномерным системам. Но и он больше всего внимания уделил низкотемпературной биофизике и проблеме рака.

Бывает так, что всего лишь одна встреча, один-единственный профессиональный разговор — и образ человека остается в твоей душе, как если бы ты был знаком с ним годами. Таким оказался и Шриффер, хотя в объяснение этого следует заметить, что заочно мы знакомы с ним уже очень давно.

А разве Георгий Николаевич Флеров не патриот нашей биофизики? А разве Мстислав Всеволодович Келдыш и Анатолий Петрович Александров не брали под защиту результаты наших исследований в этой области?

Нет, биофизика — это наука будущего — действительно интересует всех.

13. НЕГЭНТРОПИЯ

Помните, с чего мы начали наш рассказ? В 1954 году мы принялись думать о постулате Эрвина Шрёдингера: «Живое отличается от неживого тем, что живое питается негэнтропией». Что это значит, было объяснено в начале этого повествования.

Этот параграф я пишу в 1985 году. Итого, на эксперимент ушло 30 лет. А я все нажимаю и нажимаю на своих сотрудников, несмотря на то, что на этой теме смилились три-четыре поколения молодых людей...

Наконец, мы подошли к главному. Взяли образцы ДНК известной ГЦ/АТ композиции с влажностями 0 — 2, 8 и 23 молекулы воды на пару оснований и измерили их теплоемкость в широком интервале температур от 4 до 300 К. Температурная зависимость теплоемкости аппроксимировалась плавной кривой.

Потом заморозили в жидком азоте каждый из нуклеотидов с соответствующей влажностью, растолкли и смешали в такой пропорции, чтобы соотношение между числом нуклеотидов соответствовало содержанию ГЦ/АТ в исследуемых нативных молекулах ДНК.

Температурная зависимость теплоемкости хаотической смеси нуклеотидов при всех трех влажностях оказалась отнюдь не монотонной; ее отличали резкие пики по крайней мере при четырех температурах, соответствующих особым точкам в тепловом поведении льда.

Итак, эта кривая принципиально отличалась от температурной зависимости теплоемкости аperiодического кристалла — высокоорганизованной молекулы ДНК, содержащей в своем составе структурированную гидратную воду.

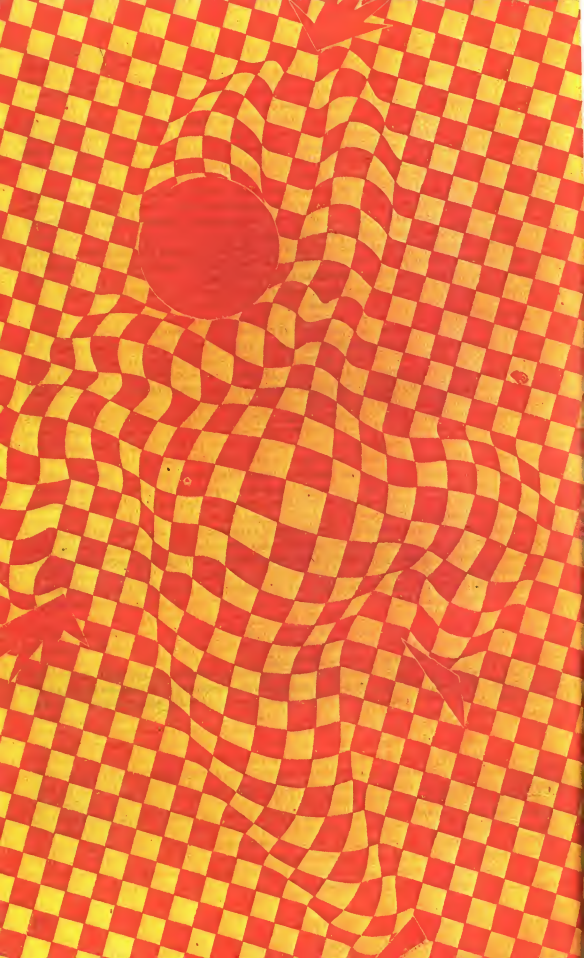
И теплоемкость хаотической смеси оказалась больше, чем теплоемкость ДНК. Соответственно с этим энтропия смеси нуклеотидов уже при 4 К оказалась больше энтропии аperiодического кристалла.

Итак, Шрёдингер прав? Не совсем. Он не учел вклада в разность энтропий, с одной стороны, воды, структурированной нативной биомакромолекулой, и с другой — неструктурированной воды, заполняющей пространство между нуклеотидами смеси.

Разность энтропий тем больше, чем выше температура. Следовательно, негэнтропия характеризует не столько различие в степени порядка между организованной материей и составляющими ее простейшими элементами, сколько нативную систему, состоящую из аperiодического кристалла в сочетании с присущей ему гидратной водой, встроенной в его структуру.

В этом и заключается наше открытие.

Но неужели увлекательная работа, длившаяся столько лет, окончится на этом? Конечно нет! Но над тем, как на пути познания фундаментальных свойств живого перекинуть мост от этого исследования к практическим применениям, надо думать. И мы будем думать и думать. Ведь мы не получили того полного согласия между теорией и результатами эксперимента, которое закрывало бы перспективу дальнейших исследований.



Инженер и ЭВМ

Доктор технических наук
Я. М. ПАРХОМОВСКИЙ,
лауреат Государственной премии СССР

Сперва — небольшой мысленный эксперимент.

Предположим, что первый закон Кеплера не открыт и современный исследователь, так сказать, нео-Кеплер, как и его исторический прототип, убежден, что Земля обращается вокруг Солнца. Есть в его распоряжении и данные современного же Тихо Браге, естественно, более точные, чем те, что получены в XVI веке. Так вот, вполне может статься, что наш исследователь, обработав эти данные на ЭВМ, закона Кеплера не откроет. Никакого эллипса не окажется и в помине. Ведь орбиту Марса определяет не только Солнце, но и остальные планеты. Машина выдаст некую замкнутую кривую. Но вовсе не факт, что нашему современнику удалось бы с первого взгляда распознать в ней «испорченный» десятком возмущений эллипс.

Созданию любой конструкции — будь то химический реактор, Останкинская башня или самолет-аэробус — предшествует напряженная инженерная работа по обеспечению ее прочности. Эти исследования ведутся сразу в двух планах: экспериментальном и теоретическом, иначе — расчетном.

В ходе экспериментов испытывают в натурных условиях либо копии-дублиры конструкции и ее отдельных частей, либо же изготовленные по определенным правилам модели. Нельзя же, в самом деле, для проверки прочности телебашни или плотины гигантской ГЭС возводить их копии в натуральном масштабе. Хотя, к слову, «дублиры» самолетов строят обязательно и, бывает, испытывают даже в полете.

Экспериментальные исследования, хотя бы и на моделях, нередко обходятся в десятки миллионов рублей и длятся годами. Каждое изменение самой конструкции или условий ее работы требует новых испытаний на «доработанных», а то и заново изготовленных моделях или конструкциях. Зато эти исследования конкретны. Они дают однозначный ответ на вопрос, как поведет себя объект в данных условиях.

Иное дело расчетные исследования. Здесь инженер-исследователь, если угодно, находится в положении сказочного героя:

«Иду туда, не знаю куда; найду то, не знаю что». Инженер не знает — доподлинно, надежно, точно — ни совокупности внешних воздействий на объект, ни того, как сам объект на них реагирует. Иными словами, ни параметров входа, ни характеристик «черного ящика». И лишь по мере накопления информации проясняется ситуация на входе, а сам «черный ящик», позволив себе развить метафору, меняет цвет на серый. Конечный результат этой работы — математические модели входа и «ящика», или, точнее, система дифференциальных уравнений, коэффициентами которой служат параметры входа и «ящика». Она, система уравнений, и есть описание явления, но еще не решения задачи. Методы решения надо искать, а иногда изобретать заново. И лишь когда решение найдено, появляется математическая запись интересующих нас сведений. Искомый выход из «черного ящика».

Что же в паре эксперимент — расчет нужней? Что главенствует? Вроде бы достоверность математической модели устанавливается лишь на основании косвенных доказательств. Более того, математическую модель корректируют, сравнивая данные выхода с результатами натурных экспериментов. Но значит ли это, что расчету отводится лишь вспомогательная роль? Вовсе нет.

Анализируя расчетную модель, исследователь нередко узнает о конструкции, о режиме ее работы такие подробности, о которых по тем или иным причинам эксперимент умалчивает. В ходе расчета удается гораздо быстрее, чем в натурных испытаниях, определить влияние параметров на процесс. Иногда расчет указывает на неточность экспериментальных выводов. И самое главное: расчет, если его результаты удастся записать в виде обобщимых формул, позволяет представить себе общую картину явления, предвидеть его развитие.

Сравнительно недавно, лет 40—45 тому назад, инженер считал на счетах, на логарифмической линейке, в лучшем случае на механической счетной машинке или интеграторе. Соответственно, по одежке, строилась методика теоретических исследований. На основании неких соображений, очень часто интуитивных, исследователь составлял модель явления. Она должна была быть в меру простой и не требовать трудоемких расчетов. Значит, из всей совокупности факторов, от которых предположительно зависело явление, надлежало выбрать основные, определяющие.

Приведу пример из близкой мне области. Фюзеляж или крыло самолета — конструкции сложные. Но, оказалось, при расчете динамической прочности достаточно представить их как весьма немудреную систему перекрестных балок. Такую же простую модель удалось сконструировать и для входа, то есть для аэродинамических воздействий на крыло.

Этот метод привел к крупным успехам.

Модели Жуковского, Тимошенко, Крылова, Шухова, Прандтля, Кармана и других ученых стали инженерной классикой. Один из них вошел в учебные пособия по самым разнообразным инженерным дисциплинам, другие стали основой, на которой впоследствии удалось получить новые, более точные результаты.

А время шло. Занималась заря научно-технической революции. Практика требовала все новых и новых, все более эффективных — скорых — математических методов решения и анализа прикладных задач.

В 40-х годах появились первые ЭВМ. Какой это был рывок вперед! Даже такая несовершенная на нынешний взгляд БЭСМ-1 произвела десять тысяч операций в секунду. И хотя это в тысячу раз меньше, чем может заурядный компьютер наших дней, первые машины вызвали настоящую революцию в методах постановки и решения задач.

Пора первой влюбленности — не лучшее время для объективных оценок... Мечтали — вот-вот не останется вообще черных ящиков. Машина, которая на распечатку результатов уже тратила больше времени, чем собственно на счет, научится учитывать все факторы второго плана, учесть которые раньше и не помышляли.

Если раньше эксперимент и расчет были в лучшем случае равноправны, то теперь, к началу 80-х, соотношение между ними резко изменилось. Возможности эксперимента остались почти прежними. Возможности же расчета возросли по крайней мере на два-три порядка. В умах расчетчиков зарождалась иллюзия всеиспытности машин. Случалось, поклонники новой счетной техники требовали и вовсе отменить физический эксперимент. Для чего, мол, огород городить? Зачем строить специальные установки, скажем, аэродинамические трубы? К чему проектировать действующие модели, проводить испытания в аэротрубе? Не поручить ли всю эту работу счетным машинам? Они и экономичней, и информативней, и, главное, все делают гораздо быстрее...

Этот машинно-счетный оптимизм развеялся, однако, достаточно быстро. Хотя, впрочем, кое-какие его рецидивы напоминают о себе и сегодня.

Между тем количество расчетных исследований бурно росло. Силы ЭВМ пробовались в самых неожиданных отраслях. Так, при появлении нового лекарства, исцеляющего несколько болезней, его на первых порах нередко объявляют чуть ли не эликсиром жизни...

Многие расчетные исследования, и в самом деле, расширяли (или, как еще иногда говорят, обобщали) прежние, ставшие классическими задачи. Удавалось раздвинуть границы применения прежних, более грубых моделей. Не редко оказывалось, что это уточнение не так уж и значительно, что оно лежит

в пределах точности, с которой заданы исходные данные.

Новая техника вызвала к жизни и новые математические методы: методы детерминированные (например, динамического программирования или разновидности вариационных методов) и индетерминированные (основанные на теории игр). Надеюсь, читатель поверит на слово, что вклад этих методов в практику огромен.

По мере того как ЭВМ совершенствовались, росло количество задач и их объем. Расчеты, которые еще вчера были утопией, стали делом рядовым. Если говорить о самой возможности расчета, а отнюдь не о точности его и достоверности, сейчас нет в принципе такой инженерной задачи любой сложности, которую исследователь не мог бы решить.

Но обнаружились также «протопы и убытки». Породили их сами ЭВМ, вернее, не всегда продуманное использование ЭВМ. С новыми возможностями пришли новые проблемы. На некоторых из них мы и остановимся.

Сегодня основная масса расчетов — машинные. Наш общий актив — множество уже полученных и получаемых конкретных результатов. Расчетные исследования стали вторым экспериментом — числовым, сравнимым по масштабам, а иногда даже превосходящим физический. Мы, инженеры, обретаем в дополнение к физическому эксперименту еще и числовой, стали богаче.

Но стали ли мы много больше знать? Грустно признаваться, но пока с помощью машин мы получили мало результатов, имеющих характер обобщений. Гораздо меньше, чем хотелось бы.

Увеличилось число конкретных фактов, а они, конечно, кирпичики науки. Но факты сами по себе науки еще не делают. Многие современники Иоганна Кеплера легко и убедительно объясняли движение Марса по небу и с позиций Птолемея, то бишь геоцентрических, а не Коперника. Чтобы осмыслить факты, нужны идеи...

Увы, обретаю новую мощь, числовой расчет потерял весьма существенное, основное свое свойство — устанавливать общие закономерности, пояснять полученные и предсказывать ожидаемые результаты.

Парадоксальная ситуация. Научившись вычислять, что даст в конкретном процессе изменение какого-то его параметра, стремясь учесть как можно большее число компонентов, инженер стал терять из виду общую картину. Мы оказались в положении диллипутов, изучающих часы Гуливера. Поимая устройство отдельных частей, они, диллипуты, так и не смогли уяснить себе связи этих частей, постичь, как работает весь огромный механизм. Из-за деревьев перестал быть виден лес.

Бывало, А. Н. Туполев, осматривая самолет перед испытаниями, говорил: «Сломается в

этом месте». И оказывался прав. Такая интуиция — результат не только опыта, но и таланта его осмыслить, большой теоретической, инженерной выучки.

Нынешние молодые инженеры, имея чуть ли не с пеленок дело с машинным счетом и его результатами, но лишённые руководящей нити теории, отвыкают анализировать. Любой результат кажется априори непогрешимым. Он как бы фетишизируется. Стаивится безо всяких на то оснований Результатом с большой буквы. Между тем машина лишь считает. Считает по программам, составленным людьми. А программа — лишь рамка, набор ограничительных «от» и «до». И надо ли ломиться в распахнутые ворота, доказывая, что машины не дано ни изобретать, ни находить другое решение. А когда в программе заложены ошибки, машина даст неверные результаты.

Иными словами, ЭВМ принесли с собой потерю того, что всегда называлось инженерной интуицией. Интуицией Кеплера, интуицией Туполева...

Настоящем, историческому Кеплеру повезло: он изобрел простую расчетную модель. Но дело не только в этом. Данные Тихо Браге оказались достаточно точными для того, чтобы получить эллипс, и одновременно настолько грубыми, чтобы отклонения от эллиптической кривой отнестись на счет погрешностей эксперимента. Избыточная же точность информации либо избыток самой информации могут сыграть с исследователем злую шутку. (Но могут, конечно, и не сыграть. Это зависит, естественно, от того, каков исследователь.)

С подобными казусами часто сталкивается служба погоды. Известия, скажем, метеосводка на сегодня. Это — вход. Есть модель состояния атмосферы — «ящик». Располагая этими данными, специалисты привычно составляют прогноз погоды на завтра — выход. Он точен в меру, но эта точность нас устраивала и устраивает. Стоит, однако, попытаться усовершенствовать модель «ящика», ввести в нее дополнительные, второго или даже третьего плана факторы (например, характеристики состояния атмосферы, полученные с помощью метеоспутников, каковых не было тридцать лет назад и в помине) и пересчитать выход по прежнему входу, как начинаются — или, во всяком случае, с высокой вероятностью могут начаться — вещи несуразные. Новый результат резко отличается от прежнего.

Подобные случаи в инженерной практике случаются сплошь да рядом. И на какие только ухищрения не приходится идти, чтобы с увеличением порядка системы избежать превращения задачи в плохо обусловленную, или, иначе, некорректно поставленную. Плохо обусловленные задачи стали, без преувеличения, бичом эпохи ЭВМ.

Между тем некорректность большинства задач — в природе их постановки. Нельзя

отрывать число факторов, которые мы хотим учесть, от количества и качества (то есть точности и достоверности) исходной информации. Инженерная точность, с которой задается информация, — объективно существующая реальность. Скажем, данные о химическом составе и механических свойствах двух образцов металла из двух плавов, сделанных на одной и той же печи, будут отличаться по крайней мере на 1—2 %. Поэтому нельзя требовать задания исходных данных с точностью, допустим, до 0,1 %.

Мы же, пытаясь обмануть природу и себя, считаем с точностью аж до девятого знака. Считаем и радуемся, забывая никак пока не опровергнутое правило, что расчет можно и нужно делать с такой степенью точности, с которой известны исходные данные. Иначе мы получим лишь иллюзию точного расчета. На практике это означает, что в каждом случае надо устанавливать таблицу о раигах факторов, которые учитываются в расчете, их старшинство, иерархию. Машина отнюдь не избавляет исследователя от необходимости проникать в суть задачи.

Годы нашего сосуществования с ЭВМ показали, что машины так же чувствительны к выбору расчетной модели, так же требуют тщательного отбора главных, определяющих параметров, как и в старину расчетчик-рукодел. С той лишь разницей, что некогда о задаче говорилось «неподъемная», а сейчас — «плохо обусловленная».

Нередко даже в кругу специалистов приходится слышать рассуждения об огромной экономии времени, которую приносят ЭВМ. Мол, всей работы-то на две минуты машинного времени, на полчаса и так далее. И все при этом умалчивают, что на составление программы, на ее отладку уходят иной раз месяцы, а то и годы кропотливейшей работы. Да и сама подготовка расчетных данных занимает немалое время. В итоге работа обходится много дороже, чем кажется на первый взгляд. Видимо, пора уже сегодня дать себе ответ на вопрос: всегда ли для производства единичных или малосерийных расчетов надо обращаться к мощной машине?

Успехи компьютеризации породили и еще одну иллюзию. Уже поговаривают о неких сверхпрограммах, благодаря которым можно будет-де выполнять всю совокупность расчетов на ту же, скажем, прочность. Выглядеть это должно так: в ЭВМ закладывается сырье — некая совокупность исходных данных, мы нажимаем кнопку, и машина, производя чудо-расчет, выдает готовую продукцию — схемы, чертежи будущего, оптимального со всех точек зрения аппарата...

Мечтать, конечно, никому не заказано. Но что до меня, то я искренне сомневаюсь, что такой аппарат оправдает надежды. В подобных фантазиях невооруженным глазом видна все та же тенденция переоценивать возможности машины, которая якобы может и должна заменить физический эксперимент,

все то же стремление наделить машину несвойственными ей способностями мыслить и творить.

Все шире применяемое машинное проектирование — великолепное подспорье конструктору при создании отдельных элементов аппарата (если для них, заметим, уже существуют отработанные, хорошо изученные расчетные схемы с относительно небольшим числом параметров). Однако надеяться, что машинное проектирование вот-вот вырастет в машинное изобретательство, мягко говоря, рано.

Вспомним общеизвестное: универсальные методы подобны атлетам-многоборцам. Все одинаково хорошо они делать не могут. Блестящий пример этому — любой универсальный метод математики. Наряду с ним для каждой узкой области задач существует и работает гораздо эффективнее некий специализированный метод. Инженерные расчеты — не исключение из этого правила, хотя бы потому, что для различных задач необходима совершенно различная информация. С этим обстоятельством хорошо знакомы все, кто непосредственно сталкивается с практикой расчетов.

Пришло время тщательно проанализировать практику использования крупных ЭВМ. В общем балансе велика доля задач масштабных, решение которых требует введения в действие артиллерии главного калибра — крупных ЭВМ. Подавляющее число задач — сравнительно небольшие. Если какое-то время тому назад эти задачи и приходилось решать на больших машинах, то сегодня в нашем распоряжении целые парки малых ЭВМ, мини-ЭВМ и даже карманных микро-ЭВМ. Самое, казалось бы, очевидное — функционально распределить обязанности между машинами разных типов. И уж, конечно, принять за правило, что крупные ЭВМ используются лишь для решения узловых проблем. Тех, которые давят прогресс отрасли и к которым, главное, не подступиться традиционными способами.

И еще. Видимо, пора возвращаться к аналитическим методам решения прикладных задач, но уже, конечно, на новой основе. Сегодня мы и ставить их можем по-иному, без той вынужденной оглядки на скудость технических средств, которая сдерживала инженера «дозвучной» поры. А это значит, что молодых исследователей надо уже в институте обучать искусству осмысления, или попросту корректной, постановки инженерных задач. Искусству, которое оказалось изрядно порастерянным за годы, что наши компьютеры наращивали мышцы, а мы радовались их маячащему на горизонте всемогуществу.

Пора возрождать вкус к аналитическому мышлению, которым — единственно — всегда были сильны любые расчетные методы. Пора дополнить два имеющиеся сейчас в распоряжении инженера эксперимента — физиче-

ский и числовой — третьим звеном: аналитическим расчетом. В этой цепи оно должно стать головным. Отсутствие его чувствуется уже сейчас и будет очень мешать в будущем.

Роль аналитического расчета мне видится двояко. Он, во-первых, устанавливал бы качественные зависимости, указывал направления, в которых надо вести конкретные исследования, как числовые, так и физические. Образно говоря, заменил бы стрельбу по площадям прицельным огнем. Он, во-вторых и в главном, позволил бы на нынешнем этапе осмыслить и обобщить накопленный большой фактический материал. Когда-то, избрав схожий путь, школа Н. Е. Жуковского, сочетая расчеты на логарифмической линейке с выборочным экспериментом, добилась огромных успехов.

Электронно-вычислительные машины — это техника качественно иного поколения. Ничего подобного человечество до сих пор не знало. Но и работа в диалоге с быстродействующими счетными машинами требует нового, пока еще не вполне выработанного типа инженерного мышления. Давайте же оценим масштабы достигнутого с точки зрения завтрашнего дня. Давайте задумаемся над тем, как эту технику использовать с наибольшей отдачей, как решить проблемы, которые она принесла с собой.

В оформлении статьи
использована
картина «Арлекин»
французского художника
Виктора Вазарели (В. Вашархей)





GRANDIBVS EXIGVI JVNT PISCES PISCIBVS ESCA.
Сот. жмур. дах. бодлого нх. тус. бодлого. ойлгох. дах. дах. ойлгох. тус. дах. ойлгох.

Элемент №...

Алюминий: между прошлым и будущим

Кандидат биологических наук
С. А. ПЕТУХОВ

Главный герой рассказа Карела Чапека «Эксперимент профессора Роусса» мог за несколько минут определить образ жизни и мысли любого человека. Для этого профессору требовалось только одно — его собеседник должен, не задумываясь, произнести первое слово, пришедшее ему на ум, в ответ на слова профессора. Уверен, что большинство читателей, оказавшись они участниками эксперимента Роусса, в ответ на восклицание знаменитого криминалиста: «Алюминий!» — автоматически произнесли бы: «Самолет». И неудивительно — алюминий в нашем сознании вызывает представление о современной авиатехнике, реже — о строительстве, бокситовых карьерах, электрических проводах. Но в

любом случае алюминий ассоциируется у нас с предметами или явлениями современными, вошедшими в наш обиход сравнительно недавно, будь то самолет или алюминиевая ложка. Существует даже гипотеза, будто алюминий, точнее алюминиевая посуда, — причина акселерации в наше время («Химия и жизнь», 1980, № 7). Но, наверное, мало кто знает, что алюминий — этот ультра-современный элемент — когда-то, в далеком прошлом, играл значительную роль в жизни наших предков. Нет, не первобытных людей, а их гораздо более древних предшественников. Но обо всем по порядку.

МНОГО НА СУШЕ — МАЛО В ВОДЕ

Давно уже обратили внимание на то, что одних химических элементов в природе много, а других мало. Легких, как правило, больше, чем тяжелых.

Алюминий — легкий элемент (атомная масса преобладающего в природе изотопа алюминия — 27), его порядковый номер в ряду известных сегодня 109 химических элементов — тринадцатый. Следовательно, алюминия в природе должно быть много. Это действительно так, если рассматривать лишь

твердую часть земной коры — сушу и ложе океанов. В литосфере алюминий практически всегда существует в виде многочисленных и часто очень распространенных соединений с другими элементами. А вот в Мировом океане его крайне мало — на несколько порядков меньше, чем в земной тверди.

Почему?

Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним некоторые положения современной теории возникновения нашей планеты и раннего ее развития. Формирование земной коры началось 3,9 млрд. лет назад. На этой стадии развития планеты вещество будущей Земли плавилось в результате сжатия и интенсивной метеоритной бомбардировки.

Алюминий как один из самых легких металлов поднимался, расплавленный, из недр на поверхность, вступал в реакции, образовывал различные соединения с другими элементами, входившие в состав пород и минералов. Позже, когда начал формироваться привычный нам лик Земли (т. е. когда появились твердая оболочка — литосфера, жидкая оболочка — гидросфера и газовая оболочка — атмосфера), на поверхности планеты стали преобладать процессы выветривания, разрушения изначальных пород. Многие элементы в виде растворимых соединений стали поступать в океан.

Многие, но не алюминий. В земной коре он был прочно связан в нерастворимые в воде соединения, настолько прочно, что долгое время все попытки человека извлечь его из земной коры в чистом виде были безрезультатными. Лишь сто лет назад, в 1886 г., был разработан экономически приемлемый метод производства алюминия (из глинозема).

Алюминий по распространенности в литосфере занимает первое место среди металлов и третье место среди всех химических элементов (после кислорода и кремния). На каждые 100 000 атомов здесь приходится 60 425 атомов кислорода, 20 475 атомов кремния и 6251 атом алюминия. Даже геологический термин для обозначения материковой части земной коры — сиаль составлен из символов кремния (Si) и алюминия (Al). Но если в земной коре алюминия по массе около 8%, то в современном океане его содержание в 40 миллионов раз меньше — 2 микрограмма на литр, из которых лишь половина находится

в относительно подвижной растворенной форме. Выходит, что в морской воде алюминий — рядовой сообщество так называемых микроэлементов. (Микроэлементами в геохимии принято считать элементы, концентрация которых в природных средах ниже 10^{-6} моль.)

В монографиях по геохимии океана алюминию уделено очень немного места — меньше даже, чем другим микроэлементам. Таким, например, как токсичные тяжелые металлы. Между тем, алюминий обнаружили почти во всех живых организмах, в том числе и водных (гидробионтах). Здесь его, как и следовало ожидать, тоже оказалось очень мало. Но все же больше, чем кремния. При этом была подмечена такая закономерность: чем сложнее морской организм, чем больший путь он прошел по лестнице эволюции, тем больше в нем содержание алюминия по сравнению с кремнием. К примеру, в организмах микроскопических морских водорослей соотношение Al/Si составляет 0,8 — здесь еще преобладает кремний. Но, начиная с немикроскопических морских водорослей, это соотношение уже в пользу алюминия. В организмах моллюсков алюминия в 17 раз больше, чем кремния, у мелких рачков, плавающих в толще воды, — в 74, а у рыб — в 295.

Запомним эту особенность, хотя сама по себе она мало о чем говорит.

НОМЕР 13 — НЕ САМЫЙ НЕСЧАСТЛИВЫЙ

Элементный состав морских организмов, естественно, отличается от элементного состава неживых компонентов среды их обитания — морской воды с мельчайшими кремнистыми и глинистыми частицами, взвешенными в толще воды. Он определяется сложным и многоступенчатым процессом биоаккумуляции (биологического накопления), который зависит в первую очередь от физиологической и биохимической роли того или иного элемента в организме. И еще — от способности живых организмов достаточно активно регулировать свой химический состав. Владимир Иванович Вернадский называл это явление работой живых организмов по извлечению элементов из окружающей среды.

Теперь попробуем представить себе водный организм, у которого механизм биоаккумуляции отсутствует, упрощенную модель. Это традиционный для науки прием. В экспериментах такими мо-

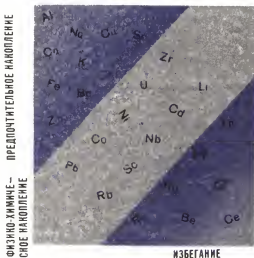
делями были колонки с ионообменными смолами — Synthetic animals, «синтетические животные».

Опыты показали, что накопление в них химических элементов строго зависит лишь от физико-химических свойств элементов и от их концентрации в воде. Зная исходную концентрацию элемента в среде, а также такие его характеристики, как заряд ядра и ионный радиус, можно теоретически рассчитать содержание элемента в водном организме. Но лишь при условии, что активный процесс биоаккумуляции не работает.

Сравнив полученные этим методом значения с реально существующими в природе концентрациями химических элементов в живых организмах, установили, что по не вполне понятным причинам морские обитатели накапливают одни элементы сверх теоретической «нормы», а другие — недобирают. Впрочем, есть и такие элементы, содержание которых в водных организмах не отличается от теоретически рассчитанного. Накопление этих элементов определяется законом действующих масс: чем больше элемента в воде, тем выше его концентрация в организме гидробионтов. Но при накоплении других химических элементов морские организмы производят отбор. На пути проникновения одних элементов в организм как бы ставится физиологический барьер, другие же активно поглощаются из морской воды, даже если их концентрация там очень мала. В этом суть феномена биоаккумуляции. На этой странице помещена диаграмма, иллюстрирующая результаты суммы экспериментов.

На первый взгляд в ней ничего особенного: выше теоретической «нормы» концентрации натрия, калия, кальция, железа, меди, цинка... Физиологическая роль этих металлов давно известна и хорошо изучена. Можно понять присутствие в группе предпочтительно накапливаемых гидробионтами стронция и бария. Эти элементы — химические аналоги кальция. Но как в ту же группу попал алюминий, и не просто попал, а оказался для многих гидробионтов одним из наиболее предпочтительных микроэлементов? Ответ на этот вопрос мы постараемся сформулировать после того, как разберемся с понятием токсичности для живых организмов отдельных металлов и их соединений.

Как известно, вообще неядовитых веществ в природе нет: все зависит от



Биологическое накопление некоторых химических элементов гидробионтами. В средней зоне — элементы, которые одинаково выбираются из водной среды живыми организмами и ионообменными колонками, имитирующими некоторые свойства живых организмов. По углам — слева и справа — зоны предпочтительного биологического накопления и «избегания» элементов. Как видим, «герой» статьи — алюминий находится среди предпочтительно накапливаемых элементов

дозы. Для сулемы (хлорида ртути) эта доза крайне невелика, а для карбоната кальция столь значительна, что говорить о токсичности мела, известняка или мрамора, по существу, бессмысленно. Организм погибнет не от отравления мелом, а из-за отказа в работе пищеварительной системы, забитой этим неразстворимым веществом.

Раньше все химические элементы делили на биологически важные, биологически нейтральные и ядовитые, но практика опровергла такие представления (об этом уже писалось на страницах журнала «Химия и жизнь» — в № 9 за 1977 г.). Однако той же практике важно знать пределы токсичности химических элементов, то есть их концентрации в среде, при которых живой организм гибнет лишь по одной причине — действию того или иного элемента.

В специальной токсикологической литературе помещены ряды токсичности металлов. Такой, например:



Алюминий, несмотря на «роковой» 13-й номер, занимает в этом ряду место наименее ядовитого, самого безопасного из всех микроэлементов.

Не в этом ли ответ на вопрос о пред-

почтительности алюминия для гидробионтов, заданный чуть выше?

Но тогда естествен другой вопрос: чем объяснить исключительное положение алюминия среди других металлов?

ВОСПОМИНАНИЕ О БУДУЩЕМ?

В трудах известного советского геохимика академика А. П. Виноградова (1895—1975) говорится о существовании в палеозое «алюминиевых» организмов. Палеозойская эра, или эра древней жизни (570—240 млн. лет назад), была временем становления и быстрого развития жизни в океане. К концу палеозоя здесь господствовали организмы, аналогичные современным низшим представителям водных животных и растений. В их ископаемых остатках оказалось повышенное содержание алюминия. Алюминиевые организмы (это принятый научный термин) давно вымерли. Естественно, название «алюминиевые» в данном случае не означает, что внешним видом эти организмы напоминали блесну. Просто концентрация алюминия в них составляла до 1 % — в современных гидробионтах его в тысячи раз меньше.

Все это наталкивает на мысль, что в древние времена концентрация и роль алюминия в океане были не столь малы, как теперь. С течением времени геохимическая «Al-функция» (по выражению А. П. Виноградова) в океане угасала. Интересно, что «Si-функция», также характерная для древних форм организмов, еще продолжается (см. статью М. Г. Воронкова и И. Г. Кузнецова «Земная кремневая жизнь» в № 12 за 1982 г.). Но если чисто геохимическая функция алюминия к настоящему времени почти угасла, то, может быть, биохимическая «память» о роли этого металла сохранилась у современных гидробионтов. В давние времена его концентрация в океане была куда выше нынешней... Прошли сотни миллионов лет. Водные организмы за это время могли неузнаваемо измениться внешне, но их биохимическая суть вряд ли изменилась существенно.

Алюминия в воде стало гораздо меньше, зато его приток внутрь организмов, живущих на дне и в водной толще, усилился. Концентрация же кремния в океане осталась на прежнем, палеозойском уровне, и биоаккумуляция этого элемента осталась примерно такой же, что и миллионы лет назад. Вот почему соотношение Al/Si больше единицы у

организмов, корни эволюции которых берут начало в палеозойской эре. Они же должны быть более восприимчивыми к повышенным концентрациям алюминия в воде в наши дни.

Попробуем понять, насколько это вероятно и в какую сторону пойдет процесс; но для этого придется сделать небольшое экологическое отступление, порассуждав о вещах и явлениях, широко известных. Загрязнение гидросферы алюминием нельзя рассматривать вне связи с проблемой «кислотных» дождей. Напомним кратко, что это такое.

В результате хозяйственной деятельности человечества в атмосферу Земли ежегодно поступает около миллиарда тонн подкисляющих веществ: двуокиси серы, хлора, хлорида водорода, сероводорода, окислов азота и других. Эти соединения в атмосфере вступают в химические реакции и в виде серной, азотной, соляной кислот выпадают на поверхность земли с осадками. При этом величина pH, характеризующая кислотность атмосферных осадков, может достигать 2,0—4,0. «Кислотные» дожди пагубно влияют на растительность, вымывают из почвы питательные вещества, изменяют структуру почв, снижают продуктивность азотфиксирующих бактерий и вызывают другие негативные последствия.

Что же касается алюминия, то при подкислении почвенной влаги до pH 5 и ниже растворимость его соединений резко возрастает. В растворенной форме алюминий становится геохимически подвижным и может вымываться из почв в водоемы. В результате «кислотные» дожди приводят к значительному увеличению концентрации элемента № 13 в небольших водоемах, что не может не влиять на водные организмы. А они, как мы уже знаем, явно выделяют алюминий среди других микроэлементов.

Реальные последствия загрязнения водной среды алюминием можно наблюдать уже сейчас. Наиболее очевидное последствие получило название алюминиевой болезни. (Этот термин впервые появился несколько лет назад в тексте научного отчета шведских ученых, расследовавших причины гибели водных организмов в некоторых озерах в южной части Швеции.) К счастью, млекопитающие, в том числе и человек, не подвержены «алюминиевой болезни», но водные организмы и птицы трудно ее переносят...

Концентрация растворенного алюминия растет повсеместно. Нарушения жизнедеятельности и зачастую гибель гидробионтов и птиц в результате заболевания «алюминиевой болезнью» происходят из-за нарушения структуры различных металлоорганических соединений в тканях животных и растений. Алюминий проявлял значительную биохимическую активность и вытеснял из ферментов, металлопротеидов и других соединений такие биоэлементы как магний, кальций, натрий, железо. При пониженном значении рН воды токсическое действие избытка алюминия оказалось сравнимым с действием на водные организмы тяжелых металлов...

Первые исследователи «алюминиевой болезни» не сразу поняли ее причину — настолько велика была инерция представлений об алюминии как о токсикологически безобидном микроэлементе. Однако феномен «биохимической памяти», о котором шла речь выше, объясняет причины неожиданной агрессивности алюминия.

что же дальше?

Естественно, что катастрофические изменения биоценозов, связанные с элементом № 13, Мировому океану пока

не грозят. Он слишком велик, а кроме того, в морской воде существует специфическая буферная система, представленная тонкой взвесью алюмосиликатных пород. Эти изменения не будут заметны даже в мелких пресноводных водоемах, вокруг которых почвы способны нейтрализовать кислые атмосферные осадки. Но это — сегодня.

Тот факт, что в результате антропогенного загрязнения алюминий попал в один ряд с токсичными тяжелыми металлами, заставляет еще раз задуматься об экологических аспектах производственной деятельности человека.

Общество немислимо без высокоразвитой промышленности, а следовательно, неизбежных геохимических изменений среды. Вместе с тем оно нуждается и в природных пищевых ресурсах, и в сохранении оптимальных естественных условий бытия.

Природоохранные меры глобального масштаба, подразумевающие добрую волю всех народов, могут и должны сыграть решающую роль в сохранении среды обитания человека как биологического вида.

Об этом еще раз напоминает история алюминия — с древнейших времен до наших дней.

Банк отходов



Предлагаем

побочный продукт производства полиэтиленполиаминнов (ПЭПА) — натрий хлористый, содержащий до 2 % ПЭПА. По имеющимся у нас сведениям, этот продукт может найти применение для приготовления бурльных растворов, для коагуляции латексов и в других отраслях. Образцы можно получить в производственных объединениях «Хлорвинил» (285400, Калужская область), «Каустик» (453110, Стерлитамак Башкирской АССР), «Уралхимпласт» (622007, Нижний Тагил Свердловской обл.).

Государственный институт прикладной химии (НПО ГИХ), 197198 Ленинград, пр. Добролюбова, 14.

Предлагаем

мочевину (63,5 т), каустический магнезит (27,5 т), олеиновую кислоту (16 т), натрий пиросульфит (12,2 т), бромэтил (10,6 т), уголь ДАК (9,9 т), уротропин (9 т), пасту перекиси бензоила (6,1 т), барий хлористый (5 т), аммоний фтористый кислый (0,9 т), диметилглиоксим (0,7 т).

Норильский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горно-металлургический комбинат им. А. П. Завенягина. Управление снабжения. 663316 Норильск, ул. Октябрьская, 31. Тел. 3-30-38. Расчетный счет № 24204 в Норильском отделении Госбанка.

Ищем потребителей

или технологию переработки шлама, который образуется при нейтрализации сточных вод гальванического производства. В состав шлама входят гидроксиды хрома (18,5 %), железа (2 %), алюминия (1,5 %), меди (0,1 %). Содержание влаги 30—35 %. Годовой объем 12 т.

Горьковское станкостроительное производственное объединение. 603600 Горький, ГСП-1109.

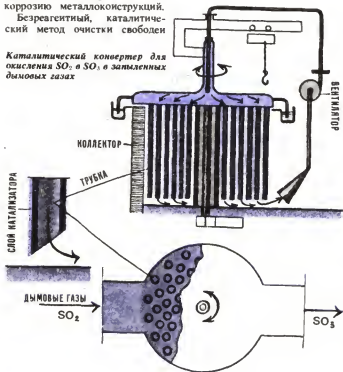


Дым сдувает золу

Одна из важных проблем современной энергетики — надежное улавливание сернистого ангидрида, который содержится в отходящих дымовых газах и наносит серьезный ущерб окружающей среде. Большинство известных способов улавливания серы основано на взаимодействии дымовых газов с теми или иными химическими веществами. Однако применение реагентов для энергетических установок большой мощности порождает новые сложные проблемы. Требуются большие количества сероулавливающих веществ, которые нередко сами же обладают достаточной экологической чистотой, вызывают коррозию металлоконструкций.

Безреагентный, каталитический метод очистки свободен

Каталитический конвертер для окисления SO_2 в SO_3 в загрязненных дымовых газах



от этих недостатков. На катализаторе содержащийся в дымовых газах сернистый ангидрид (SO_2) окисляется до серного ангидрида (SO_3), который, взаимодействуя с водой, дает сериновую кислоту. Таким образом, получается двойная или даже тройная выгода: очищаются отходящие газы, образуется товарная сериновая кислота и нет загрязненных стоков. Разумеется, и каталитический метод сероудаления сопряжен с определенными трудностями. Главная же состоит в том, что дымовые газы необходимо тщательно очищать от летучей золы, которая отлагается на катализаторе и быстро снижает его активность. В предложенной недавно схеме установки для каталитического окисления SO_2 в SO_3 эта проблема успешно решена.

Катализатор нанесен на поверхность стальных трубок, которые подвешены к круглому вращающемуся вокруг вертикальной оси коллектору. Поток дымовых газов равномерно омывает поверхность катализатора и сдувает с нее золыстые частицы. Изнутри трубки тоже продуваются — воздухом или уже очищенными от соединений серы и охлажденными дымовыми газами, и это позволяет поддерживать оптимальную для каталитического окисления температуру.

Такая установка может рабо-

тать на любой тепловой электростанции, сжигающей высокосернистый уголь.

М. Л. ПОЛЯК
Авторское свидетельство
СССР № 1053868,

«Открытия, изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 1983, № 42

Сколько примесей в угле

В ГДР начат выпуск новых приборов для определения содержания минеральных примесей в буром угле. Гамма-лучи, обладающие разной энергией, проходят через движущийся по транспортеру уголь. Детекторы измеряют ослабление энергии лучей, а компьютер, сделав поправку на переменные величины (плотность материала, высоту его слоя на транспортной ленте), рассчитывает содержание балласта. С начала 1985 г. анализатор угля успешно работает на одной из тепловых электростанций. Такие приборы можно использовать также в карьерах, на углеперерабатывающих предприятиях.

«Neues Deutschland»,
1985, № 204, с. 12

Подшипники в магнитном поле

Традиционная технология высокотемпературной закалки колец подшипников весьма длительна. Специалисты из Всесоюзного института токов высокой частоты (Ленинград) предложили закалять кольца при умеренной температуре в переменном магнитном поле. Время обработки деталей сократилось до нескольких минут. Созданная в институте экспериментальная установка, у которой нет аналогов в мировой практике, позволяет экономить до 800 тыс. кВт·ч энергии в год.

«Ленинградская панорама»,
1985, № 9, с. 40

Параллельно параллели

В больших плодовых садах деревья, как правило, высаживают рядами, чтобы уход за ними и уборку урожая можно было механизировать. О направлении же рядов садоводы обычно не заботятся. Между тем, как показали исследования в Тимирязевской сельскохозяйственной академии, от этого зависит урожай-

ность. Например, с яблоны сорта Кальвиль снежный при расположении их рядов с севера на юг получили за три года 380,7 ц/га, с востока на запад — 526,9 ц/га; с яблоны сорта Рихард делишес — 488,2 и 672,5 ц/га соответственно. Объяснение несложно: когда ряды яблоны расположены с востока на запад, кроны лучше освещены.

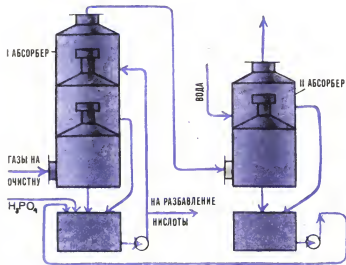
«Известия ТСХА», 1985, № 4, с. 139—145

Очистка без стоков

С ростом выпуска минеральных удобрений все актуальнее становится задача создавать экологически чистые, бессточные схемы их производства. Одна из таких схем предложена для технологии гранулированного аммофоса.

В производстве аммофоса на стадиях аммонизации фосфорной кислоты, гранулирования и сушки продукта выделяются фтористые газы и аммиак. Они проходят две ступени очистки. Сначала, в первом абсорбере, орошаемом кислотными растворами фосфатов аммония, улавливаются аммиак и пылевидные частицы аммофоса. Отсюда стоки возвращаются в технологический цикл, идут на разбавление исходной фосфорной кислоты. Во втором абсорбере газы орошаются водой, здесь улавливаются фтористые соединения. Стоки из второй ступени абсорбции возвращаются в первую ступень на пригото-

Бессточная двухступенчатая очистка отходящих газов производства гранулированного аммофоса



ление орошающих растворов. В общем, всем стокам находится дело.

«Химическая промышленность», 1985, № 11, с. 36

Происхождение апельсинового сока

Разумеется, говоря о происхождении апельсинового сока, никто не ставит под сомнение, что он выжат из апельсинов. А вот из каких, в какой стране выращенных? Это можно определить, анализируя с помощью ЭВМ спектры соков, сравнивая их с эталонными. Разрабатываемый спектральный метод анализа позволяет определить в продукте присутствие и микроконцентрации 22 металлов. И поскольку содержание этих элементов в почве разных районов мира колеблется в довольно широких пределах, минеральный состав сока безошибочно указывает, где апельсины были выращены.

«Science News», т. 127, 1985, № 19, с. 297

Вода в таблетках

Для полива комнатных растений во Франции стали выпускать гранулы из гидрофильного полимера, своего рода воду в таблетках. Такие таблетки медленно высвобождают влагу, и растения целую неделю можно не поливать. Если же ввести в гранулы удобрения, то одновременно с поливом идет и подкормка.

«Science et Vie», 1985, № 811, с. 169

Что можно прочитать в журналах

Об оценке качества химических реактивов и особо чистых веществ («Химическая промышленность», 1985, № 11, с. 58—62).

О получении покрытий на стали методом электрохимической полимеризации («Лакокрасочные материалы и их применение», 1985, № 5, с. 28—30).

О современных тенденциях в развитии порошковой металлургии («Порошковая металлургия», 1985, № 10, с. 12—19).

О системе автоматического поногашения («Химико-фармацевтический журнал», 1985, № 9, с. 1141—1144).

О передвижной газовой инфракрасной установке для сушки и нагрева («Газовая промышленность», 1985, № 11, с. 38, 39).

О применении обменных реакций для извлечения кальция и стронция из солевых расплавов («Известия вузов. Цветная металлургия», 1985, № 4, с. 71—75).

Об использовании вторичных металлов в качестве сырья для получения порошков и порошковых изделий («Порошковая металлургия», 1985, № 10, с. 57—62).

О методике определения вредных веществ, выделяющихся из полимерных отходов в атмосферу («Каучук и резина», 1985, № 9, с. 32—33).

О борьбе с железобактериями в системах коммунального водоснабжения («Водоснабжение и санитарная техника», 1985, № 9, с. 13—15).

О разработке предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах («Агрохимия», 1985, № 10, с. 73—76).

О новых ароматических веществах для мороженого («Молочная промышленность», 1985, № 11, с. 35, 36).

О совершенствовании технологии маринования грибов («Пищевая и перерабатывающая промышленность», 1985, № 10, с. 91, 92).



Берегите популяции!

К числу важнейших разделов науки о наследственности принадлежит популяционная генетика. В отличие от генетики молекулярной, которая изучает структуру генов и их функции на уровне молекул, от цитогенетики, ведущей исследования на уровне клетки, или от физиологической генетики, работающей на уровне организма, объект популяционной генетики — сообщества живых существ.

Крупные достижения на этом направлении принадлежат советской школе популяционных генетиков. О некоторых из них рассказывает нашему корреспонденту Н. Ефремову доктор биологических наук Юрий Петрович АЛТУХОВ, заместитель директора Института общей генетики им. Н. И. Вавилова АН СССР.

Популяция — это совокупность животных или растений, принадлежащих к одному и тому же биологическому виду и обитающих в определенной части его ареала. В результате отбора, происходившего на протяжении тысяч поколений, каждая популяция приспособилась к среде своего обитания, и черты, определяющие эту приспособленность, передаются в ней по наследству.

Именно популяции животных и растений, а не вся экосистема в целом служат объектом хозяйственной деятельности человека. Чтобы обеспечить себя продуктами питания, мы эксплуатируем определенные массивы полей, засеянных тем или иным сортом пшеницы, или стадо коров определенной породы, или скопление рыб одного вида, обитающих в данном районе океана. Все это — отдельные популяции живых организмов. И если мы хотим рационально использовать биологические ресурсы суши и моря, то должны понимать процессы, происходящие в популяциях, а главное, осознавать, к каким последствиям может привести то или иное вмешательство в их жизнь.

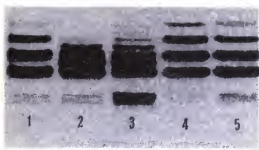
Популяционная генетика зародилась уже довольно давно. Но долгое время жизнь популяций можно было изучать только на

тех — как правило, не имеющих особой хозяйственной ценности — организмах, у которых есть какие-то внешние наследственные признаки, позволяющие различать внутри вида отдельные популяции. Например, на надкрыльях божьих коровок есть пигментные пятна — «точки», расположение которых у насекомых из разных популяций разное, а популяционную принадлежность рыбок пецилий можно определять по рисунку на хвостах самцов.

Только в 60-х годах нашего столетия, с развитием методов иммунологии и биохимии, появилась возможность надежно распознавать популяции самых различных организмов. Оказалось, что популяции в пределах вида различаются составом крови, а также некоторыми особенностями строения определенных белков, и такие отличия передаются по наследству. Эти характерные черты можно выделить в спектре белков каждой особи и по ним определить, к какой популяции она относится. Пользуясь таким методом, можно изучать генетику популяций практически любого биологического вида.

В последние 15—20 лет объектом наиболее интенсивных популяционно-генетических исследований стали промысловые рыбы. Возьмем, к примеру, рыбу из семейства лососевых — кету. Она размножается в пресной воде: осенью откладывает здесь икру, к весне из нее выклевываются мальки и скатываются в океан. Там рыба нагуливается, достигает половой зрелости, а потом возвращается метать икру в те же места, где вывелась из икришки, — если это, например, Сахалин, то можно говорить о сахалинской популяции кеты. Но на Сахалине много рек, в них, естественно, различные условия обитания: скорость течения, температура воды, содержание в ней кислорода, концентрация водородных ионов. И даже в пределах одной реки условия могут быть разными: в одном месте глубоко и быют холмидные ключи, в другом мелко и вода хорошо прогревается; один берег голый, на другом к воде подступает лес, влияющий на ее химический состав, и т. д. Поэтому популяция одного и того же водоема может состоять из нескольких, порой из десятков, субпопуляций.

Лов лососей идет в период нереста: либо в реках, либо на подходе к ним, в океане. Из года в год на нерест возвращается все меньше рыб; они мельчают, численность их сокращается. Обычно это объясняют чрезмерным промысловым использованием рыб: считается, что той части стада, которую оставляют на воспроизводство, не хватает для поддержания необходимой численности. Положение можно поправить, разводя и выпуская в реки мальков, — в естественных условиях выживает не более 10 % икры, а на рыбоводных заводах — до 90 %. Однако нередко, несмотря на то что планы по выпуску молоди из года в год выполнялись



Белковый полиморфизм позволяет различать особи, принадлежащие к разным популяциям. На рисунке — электрофореграммы фермента лактатдегидрогеназы кеты; особи 1, 4 и 5 относятся к одному наследственному типу, 2 и 3 — к другому

и перевыполнялись, рыбы в реках больше не становилось. Почему?

Все дело в том, что идущая на нерест рыба подходит к рекам и входит в них не вся сразу, а отдельными группами, каждая из которых имеет уникальные генетические особенности и нерестится в свое, строго определенное время. Если рыбаки выловят головную часть стада, то некоторые субпопуляции, входившие в его состав, будут безвозвратно потеряны и в результате пострадает вид в целом.

Еще худшие результаты получаются, когда искусственно оплодотворенную икру, собранную в одной реке, перевозят в другую и там выпускают мальков, которые из нее выводятся: таким путем мы тоже нарушаем сложившиеся веками связи между элементами экосистемы, вырываем популяцию из ее собственной среды и переносим в новую, чуждую ей. В результате запаса генетической прочности обычно не хватает и успешно приспособиться к новым условиям рыбе, как правило, не удастся.

Это же относится к попыткам акклиматизации того или иного вида рыб в другом бассейне, где условия для него, казалось бы, вполне благоприятны. Примеры успешной акклиматизации единичны, зато неудач множество. Несколько десятилетий назад была предпринята попытка вселить каспийскую севрюгу в Аральское море. Казалось, там есть все условия для увеличения численности осетровых, тем более что в числе обитателей моря уже был один из видов осетровых — шип. Однако первым же результатом переселения стала гибель шипа от завезенного вместе с севрюгой паразита. Для севрюги он был не опасен — в процессе эволюции она выработала к нему иммунитет, а шип с этим паразитом никогда не встречался. А затем погибла и севрюга, которая не сумела приспособиться к новым условиям

Божьи коровки одного и того же вида, принадлежащие к разным популяциям, различаются числом и расположением пигментных пятен — «точек» на надкрыльях

обитания. Число подобных примеров велико, и не случайно Международный союз охраны природы назвал акклиматизацию фактором «биологического загрязнения» среды.

Не значит ли это, что при решении стоящих перед человечеством задач следует вообще отказаться от какого бы то ни было вмешательства в природу? Совсем нет. Мы должны внедрить такие способы использования биологических ресурсов и их искусственного воспроизводства, которые дают возможность перейти к интенсивному типу хозяйствования. Но это осуществимо только в том случае, если мы будем учитывать особенности внутренней структуры популяций, сохранять их исторически сложившееся наследственное разнообразие, знать и поддерживать те внутренние механизмы саморегуляции, которые позволяют популяциям эффективно адаптироваться к нормальным колебаниям внешних условий. Примеры такого научно обоснованного природопользования уже есть. В частности, применительно к тихоокеанским дососям в нашем институте (совместно с Институтом биологии моря Дальневосточного научного центра АН СССР и Сахалинским отделением Тихоокеанского института океанографии и морского рыбного хозяйства) были разработаны практические рекомендации, которые переданы в Министерство рыбного хозяйства СССР и сейчас используются в работе сахалинских рыбо-водных заводов.

Принципы генетики популяций едины для всех организмов, в том числе и для искусственных популяций: сортов сельскохозяйственных растений, пород животных.

Широкое распространение монокультуры, индустриальных методов ведения хозяйства, создание гигантских животноводческих комплексов — все это в конечном счете приводит к таким же генетико-популяционным проблемам, с какими мы сталкиваемся и при эксплуатации природных биологических ресурсов. Условия обитания сельскохозяйственных популяций становятся все более изнурительными, а генетическое разнообразие уменьшается уже в самом процессе селекции. Как никогда прежде, становится актуальной задача сохранения мирового генофонда, впервые выдвинутая Н. И. Вавиловым.

Несмотря на большой опыт ведения сельского хозяйства, человечество и здесь еще совершает порой промахи, приводящие к громадным убыткам и прочим неприятным результатам. Вспомните, к примеру, события, сопутствовавшие так называемой «зеленой революции». Созданные с немалым трудом высокопродуктивные сорта низкорослой пшеницы стали быстро распространяться по всему миру. Однако очень скоро возникли серь-



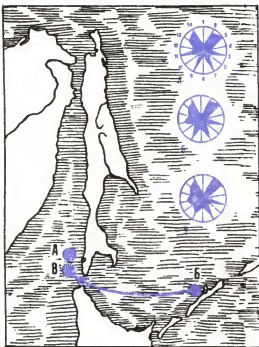
зные проблемы, связанные в первую очередь с тем, что урожаи оказались нестабильными, средняя по годам урожайность упала ниже уровня, характерного для обычных сортов. Почему? А потому, что в погоне за высокой урожайностью селекционеры упустили из виду необходимость повышения генетической устойчивости сортов.

При создании новых сортов и пород отбор ведется преимущественно по признакам продуктивности. Однако зачастую наряду с полезными признаками селекционеры, сами того не ведая, отбирают и закрепляют вредные, нежелательные. Пример тому — сверхвысокомасличные сорта подсолнечника, о которых в свое время немало писали. На практике эти растения оказались неустойчивыми к болезням, и урожаи погибали на корню. Оказалось, что при выведении этих сортов вместе с генами высокой масличности были отобраны гены позднеспелости; получился подсолнечник, созревающий под осеи, в период дождей, когда условия наиболее благоприятны для развития корневой гнили...

Избегать таких ошибок позволяет разработанная в нашем институте методика селекции и семеноводства, которая дает возможность сочетать направленный отбор по признакам продуктивности со стабилизирующим по признакам адаптивности, то есть получать популяции, одновременно высокопродуктивные и устойчивые к неблагоприятным воздействиям среды. По этой методике, используемой с 1974 г., уже улучшили, например, сорт подсолнечника Енисей: он дает стабильный урожай, устойчив к капризам погоды и заболеваниям, приспособлен к возделыванию и уборке машинами. Сейчас этот сорт занимает немалые площади на полях страны и приносит хозяйствам большую выгоду.

Еще один пример — работа с хлопчатником. Как известно, существуют машины и механизмы для уборки хлопка, однако процент ручного труда на уборочных работах все еще велик. Проблема в том, что для машинной уборки растения должны быть стандартизованы по высоте и форме куста, а также по срокам раскрытия коробочек. Последнее немаловажно: если коробочки созревают в разные сроки, уборку одного поля приходится проводить неоднократно. Совместно с Институтом экспериментальной биологии растений АН Узбекской ССР мы изучили различные сорта хлопчатника и разработали метод, позволяющий создавать технологичные и одновременно устойчивые к заболеваниям популяции этой культуры.

Метод стабилизации генетической структуры популяций был испытан и на животных, например на каракульских овцах, на некоторых породах кур и т. д.



Если нанести на график частоты, с которыми разные наследственные типы белков встречаются у рыб данной популяции, можно получить ее «генетический портрет». А — такой «портрет» кеты, нерестящейся в одной из рек Сахалина, Б — на острове Итуруп. А вот что получилось, когда икру итурупской кеты перевезли на Сахалин, там вырастили из нее мальков и выпустили в море: та рыба, которая вывелась из этой икры (В), вернулась на нерест к берегам Сахалина, но гораздо позже сахалинской — в самом конце ее нерестового хода, когда условия для воспроизведения здесь далеко не самые благоприятные. Результат: уже в первом поколении возврат этой популяции сократился вдвое, а в дальнейшем упал практически до нуля.

Обобщая все эти результаты, можно сделать следующий вывод: хотя стабилизирующая селекция неспособна создать что-то принципиально новое, однако она необходима, чтобы получать стабильно высокую продукцию. При современных индустриальных технологиях ведения сельского хозяйства, и особенно в годы с неблагоприятными погодными условиями, сорт даже со средней, но устойчивой продуктивностью гораздо предпочтительнее, чем сорт с урожайностью потенциально высокой, но колеблющейся.

Подобные теоретические и практические работы в области популяционной генетики позволяют обосновывать и реализовывать принципы оптимальной эксплуатации природных и искусственных популяций — принципы, которыми нельзя пренебрегать, если мы хотим пользоваться биологическими ресурсами нашей планеты, не истощая их.



«Выстрел» Эль-Ниньо

Кандидат географических наук
Д. БЕРЕНБЕЙМ

Эль-Ниньо — так называют небольшое океанское теплое течение, идущее к югу от экватора примерно на 3—5° вдоль побережья Эквадора и Перу. Эль-Ниньо (по-испански — «младенец», «дитя») получило свое название потому, что обычно возникает в декабре во время рождества. Прекращается оно в марте — апреле. Подобные сезонные течения наблюдаются также у берегов Калифорнии, Юго-Западной Африки, Западной Австралии и Вьетнама.

Помимо обычного, если можно так выразиться, мирного Эль-Ниньо, бывает его «выстрел»: теплое течение катастрофически усиливается, проникая более чем на тысячу километров южнее обычной границы, что приносит бедствия не только Перу, но и другим государствам. При «выстреле» Эль-Ниньо Перу заливают дожди, на побережье гибнут птицы, резко уменьшается количество гуано, поверхность океана разогревается на 4—7° выше средней температуры.

За последнюю четверть века Эль-Ниньо «стреляло» в 1965, 1972, 1976—1977 и 1982—1983 годах. Эль-Ниньо 1972 года серьезно ухудшило экономику Перу — улов анчоуса с 12,3 млн. т упал до 2—3 млн. т в год. До катастрофы 1972 г. Перу занимало первое место в мире по вылову рыбы (20 % мирового улова и 30 % бюджетных поступлений страны; около 40 % мирового производства рыбной муки). Сокращение уловов в Перу вызвало повышение цен на рыбу и рыбную муку, что в свою очередь повлияло на цены других продуктов не только в Перу, но и в США — главном импортере рыбной муки: подорожали птица, мясо, яйца и молоко.

Хотя Перу лежит в тропических широтах, где солнце жарко светит весь год, побережье страны совсем непохоже на джунгли. Перевалив через Анды, юго-восточный пассат теряет влагу на склоне гор и становится горячим сухим ветром. И почти две с половиной тысячи километров побережья Перу (шириной около 40 км) заняты сухой бесплодной пустыней — это одно из самых засушливых мест мира. Мощный пассат сдувает в океан поверхностные теплые воды, вызывая тем самым в прибрежной зоне подъем (апвеллинг) глубинных, холодных, богатых биогенными соединениями вод (скорость подъема от 20 до 100 м в месяц).

Верхний слой прибрежных вод пополняется фосфатами, нитратами, нитритами и силикатами, которые стимулируют развитие водорослей — начального звена океанической пищевой цепи. Интенсивность фотосинтеза в зоне апвеллинга почти в 50 раз выше, чем в близлежащих водах. Быстро прирастающий фитопланктон — мельчайшие водоросли — основная пища анчоуса, важней-



шого звена местной пищевой цепи. Анчоус захватил подавляющую долю энергии экосистемы и дает огромное количество живого вещества (до 20 млн. т в год).

Перуанский анчоус — это небольшая рыбка, живущая около трех лет. В первый год жизни она вырастает до 11 см и весит около 10 г. По образному выражению советского ихтиолога Ю. Ю. Марти, жизнь анчоуса напоминает стойловое содержание скота: апвеллинг приносит ему фитопланктон так же, как животноводы приносят пищу в стойла. Рыбка нерестится здесь же, не тратя энергию на миграцию. И численность анчоуса в отдельные годы вблизи Перу колоссальна — тысячи миллиардов экземпляров.

Основной конкурент рыбаков в добыче анчоуса — крупные птицы (пеликаны, бакланы и олуши), образующие на островах вблизи побережья птичьи базары. Численность птиц, питающихся перуанским анчоусом, громадна: до 30 млн. особей. Подсчитано, что птицы лишь одного острова за день проглатывают тысячу тонн анчоуса. Средняя же добыча анчоуса всеми птицами в последние годы исчисляется примерно в 2,5 млн. тонн; примерно столько же вылавливают и рыбаки.

За многие тысячелетия на некоторых островах птичий помет слежался в пятидесятиметровую толщу. Под жарким тропическим солнцем помет превращается в гуано — лучшее в мире естественное удобрение.

«Выстрел» Эль-Ниньо — быстрое вторжение теплых вод далеко на юг — влечет за собой появление теплолюбивых рыб — желтопорого тунца, летучих рыб, манты и рыбы-молота. Но высокая температура воды губительна для большинства местных рыб и планктона, в первую очередь для анчоуса.

После «выстрела» Эль-Ниньо затихает апвеллинг, анчоус из-за бескормицы и повыше-

ния температуры воды гибнет и частично рассеивается. Зачастую появляются сильные западные ветры, вызывающие штормовые нагоны вод на побережье. Множество птиц умирает от голода, а часть улетает прочь, покидая неоперившихся птенцов.

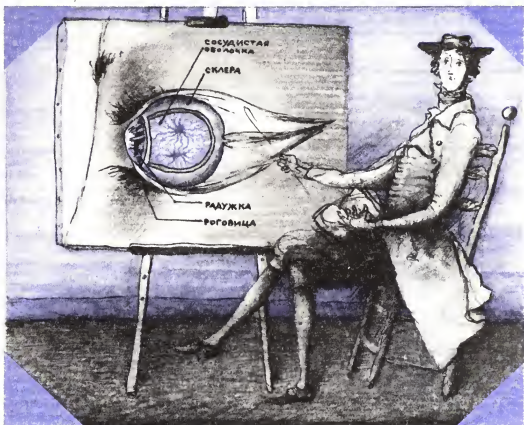
Из-за высокой температуры воды меняется видовой состав водорослей. Жгутиковые дают «красный прилив», заполняют воду, которая от их выделений становится ядовитой. Это еще больше увеличивает смертность рыб, беспозвоночных, черепах и мелких морских существ. Разлагающиеся водоросли и трупы выделяют сероводород, который даже меняет окраску судов: сероводород, соединяясь со свинцом, входящим в состав, которым окрашивают подводную часть судов, образует черный сернистый свинец.

Правильный прогноз сроков «выстрела» Эль-Ниньо, его интенсивности и продолжительности очень важен не только для Перу, но и для других стран Тихого океана. Подмечено, что во время «выстрела» восточная половина тропической части Тихого океана гораздо теплее, а западная, наоборот, холоднее, чем обычно. Полагают, что «выстрел» Эль-Ниньо — это реакция Тихого океана на глобальные аномалии в атмосферной циркуляции.

Были попытки прогнозирования этого явления и статистическими методами. Однако такое прогнозирование по самой своей природе вероятно и не может быть надежным без изучения физики самого явления. Но, увы, до сих пор нет даже теории изменений климата Земли и его климатических зон.

«Выстрел» Эль-Ниньо еще ждет своего объяснения. И не сможет ли он стать своего рода лакмусовой бумажкой для более общих прогнозов?





Гипотезы

Загадка голубых глаз

*Подъезжая под Ижору,
Я взглянул на небеса
И вспомнил ваши взоры,
Ваши синие глаза.*

А. С. ПУШКИН

Каких только глаз не бывает у людей, каких только цветов радужной оболочки не увидишь — от почти черного, через все оттенки коричневого к рыжему, а далее к синему, голубому, серому... Давайте поищем этому объяснение. Однако найти его будет просто лишь тогда, когда речь пойдет о темно-коричневых, коричневых и желтых радужках.

Цвет радужки определяет строма (в переводе с греческого «подстилка») — соединительный опорный слой, продолжение сосудистой оболочки глаза (см. рисунок). Строма повернута к исследователю слоем крупных сосудов; под ним, в глубине, лежит хориокапиллярный слой и, как ему положено, соприкасается с пигментным эпителием, а он, в

свою очередь, переходит на радужку из сетчатки и находящегося между ними так называемого ресничного тела. Сосуды стромы и сосудистой оболочки окутаны пластами меланофоров, то есть клеток, которые несут черный или темно-коричневый пигмент меланин; он-то и определяет цвет радужной оболочки. Он зависит от того, сколько там пигмента и как велики его скопления. Естественно, чем больше меланофоров и чем выше содержание пигмента, тем темнее глаза (вплоть до почти черных); в противном случае радужка «просветляется».

У этой закономерности есть четкие клинические подтверждения: воспалительные процессы в радужке приводят к депигментации, и глаза светлеют. Дети, особенно светловолосые, рождаются обычно со светлыми, серовато-голубоватыми радужками, но по мере роста в клетках обычно накапливается пигмент, и радужка должна стать коричневой, того или иного оттенка — в зависимости от насыщенности меланином.

Но откуда же синие, голубые и зеленые глаза? Ведь в радужке нет и не бывает ни синего, ни голубого, ни зеленого пигментов!

В специальной литературе мы не встретили сколько-нибудь определенных объяснений этого феномена и для решения загадки обратились к другим, не офтальмологическим источникам.

В одном из своих трактатов великий флорентиец Леонардо да Винчи подробно изложил учение о линейной и воздушной перспективе, о светотеневой моделировке. Он утверждал — и, как мы знаем, справедливо, — что, изображая пейзажи, нельзя ограничиваться только линейной перспективой, уменьшая отдаленные предметы. Дальность скрадывает цвета, и поэтому передний план картины надлежит изображать в натуральном цвете, а отдаленный план должен быть слегка покрыт дымкой, причем несколько голубоватого оттенка (и это нетрудно заметить в знаменитых полотнах живописца, где на дальнем плане изображены холмы Тосканы). Это и есть воздушная перспектива.

Исходя из этих, весьма старых, но точных наблюдений, мы можем предположить, что и в глазах происходит нечто подобное: серовато-голубовато-зеленоватые цвета появляются при просвечивании черного или темно-коричневого пигмента через некую дымку, ту самую, которую художники называют «фумато». Но откуда она берется в глазах?

В радужке светловолосых людей мало пигментов, а толщина ее не превышает 300 микрон. Поэтому она полупрозрачна и образует своего рода дымку над пигментным эпителием. Это и создает иллюзию голубоватого, зеленоватого или сероватого цвета — как на тосканских холмах, изображенных Леонардо. У тверской красавицы, которую «вспоминал» поэт, взглянув на небеса, радужка, видимо, тоже была полупрозрачна...

Конечно, все это не более чем предположение. Но есть и наблюдение, которое может хотя бы отчасти подтвердить наши рассуждения о том, что через полупрозрачную ткань темный пигмент кажется голубым. Татуировки всегда синие, а делают-то их черной тушью! Накалывание вызывает воспалительный процесс, черная тушь проникает под кожу и, прикрытая полупрозрачным кожным слоем, просвечивает голубовато-синим цветом. Не такой ли цветовой феномен возникает и в радужке с малой концентрацией пигмента?

Можно, впрочем, сделать еще одно допущение, способное объяснить синий и голубой цвета глаз. Если поначалу мы делали упор на просвечивание пигмент-

ного эпителия сквозь полупрозрачную радужку, то на сей раз подумаем об отражении лучей видимой части спектра непосредственно от стромы, «подстилки» радужной оболочки.

Вы бывали когда-нибудь в горах? Тогда, наверное, вы наблюдали «феномен синих гор»: когда горы находятся не очень далеко и покрыты зеленой растительностью, они кажутся синими. Заметим, что этот феномен непостоянен и цвет гор зависит от того, под каким углом зрения мы на них смотрим. Но ведь цвет голубых, синих и серых глаз тоже меняет оттенок! И не только в зависимости от ракурса и расстояния, но даже от эмоционального состояния человека: недаром говорят, что глаза «приняли стальной оттенок»...

Экспериментами установлено, что эмоциональное состояние человека особенно четко отражается на зрачке и радужке: зрачки сужаются или расширяются, сосуды радужки сильнее или слабее наполняются кровью, а это приводит к изменению ее рельефа и даже толщины. Стало быть, она становится то более, то менее прозрачной. Меняются и отражающие свойства ее передней поверхности. И первое, и второе изменения могут (ради осторожности не скажем «должны») привести к изменению цвета.

Давайте подведем итоги. Есть неоспоримый факт: у человека нет синих, голубых и зеленых пигментов, но есть синие, голубые и зеленые глаза. Значит, окраска радужки в этих случаях определяется не количеством и цветом пигмента, а какими-то иными причинами. Мы полагаем, что главную роль играет «просвечивание» пигментного эпителия через радужку, обедненную меланофорами, а также, возможно, рефлекторными, отражательными ее свойствами. Иного объяснения загадки голубых глаз мы сейчас не видим, а может быть, других объяснений нет и вовсе.

Закончим другой цитатой — из народного творчества: «Не любите черный глаз, черный глаз опасен, а любите голубой, голубой прекрасен». Что ж, возможна и такая точка зрения, это дело вкуса и пристрастий, но не мешает помнить, что и голубые, и синие, и зеленые, и даже серые глаза — это всего лишь иллюзия, цветовой обман...

Доктор медицинских наук
А. С. НОВОХАТСКИЙ,
доктор медицинских наук
И. В. КЛЮКА,

«Синие звезды очей...»

Отчего глаза бывают бирюзовыми, лазурными, цвета морской волны и т. п., несмотря на то, что в радужной оболочке нет синих пигментов, — по этому поводу, как явствует из напечатанных выше заметок, пока можно только строить правдоподобные гипотезы. Науке непременно требуются исследования, анализ, выискивание зерен истины. Но есть и другой способ изучения мира и его гармонии: способ, которому неужив ли математический, ли химический анализ: литературный. Испокон века поэты воспевали голубые глаза, время от времени называя их очами. Будем справедливы: поэты писали также о черных, карих и серых глазах. Но сейчас мы хотели бы привести несколько стихотворных строк в поддержку статьи, подготовленной специалистами в области биологии и медицины.

Однако на чем остановить выбор?

А ой, право, немало. Их, хотя бы:

Ее глаза не изменили цвету...
И при свечах ясна была лазурь...
Лазурь, напоминающая лето...

Это Яков Полонский, А вот Николай Языков:
Голубоглазая, милая,
Мой чернобровый ангел райа...

Или, может быть, Анна Ахматова:

Рухи твоя выше локтя,
А глаза синей, чем лед.
Елкий, душный запах детства
Как запах тебе идет.

И весела, всегда распахнута
Ворот куртки голубой,
И рыбки только ахнут,
Закрасневшись пред тобой.

Но довольно цитат: русская поэзия богата. Помещаем здесь полностью два стихотворения, возможно, вам известные (хотя кто-то, может быть, и прошел мимо них). Однако, как уже говорилось, правила поэзии отдалены от научных; хорошей гипотезе необходим элемент новизны, а хорошие стихи от повторения становятся только лучше.



Дмитрий КЕДРИН

КРАСОТА

Эти гордые брови видчанских мальчишек
Я встречал не одлажды у русских крестьянок.
У рязанских молодок, согбенных трудом,
На току молотящих снопы с розарамок.

У выхристых мальчишек, что ловят грачей
И несут в рукаве полупруда штиова.
Я встречал эти сияние звезды очей,
Что глядит с вдохновенных картин Васнецова.

С бодылака перебили на отрезок холста
Бурлаков этих финских ног и босые.
Я сейчас только понял, что вся красота
Только луч того солнца, чье имя Россия.

1942

Александр БЛОК

Синевая, бог тебя создал тайно,
Гений первой любви надо мной.

Встал он тихий, дождями омытый,
Запевает рбонь и дождиком.

Размывает он прошлого след,
Ему легкого имени нет.

Вижу снова А тонкие руки,
Снова слышу гортанные звуки.

И в глубокую тлаз сипеву
Погружаюсь опять наве.

1897 - 1909



последние известия

Своя бактерия ближе к телу

При лечении антибактериальными препаратами нарушается нормальная микрофлора организма. Для ее быстрого восстановления советские специалисты предложили использовать аутоштампы — собственные микроорганизмы пациента.

Побочное действие антибиотиков хорошо известно. Но при тяжелых заболеваниях, наподобие дизентерии или пневмонии, врач вынужден назначать антибиотики ради жизни больного. А эти препараты бьют бактерии подряд — и вредные, и полезные, в том числе микрофлору в пищеварительном тракте. А ее нарушение (так называемый дисбактериоз) — самостоятельное серьезное заболевание. Прием сильных антибиотиков неизменно ведет к дисбактериозу, при этом резко уменьшается число необходимых для нормального пищеварения лактобактерий и бифидобактерий.

Но в чем проблема? Не первый год в аптеках продают лекарства для восстановления микрофлоры, в частности лактобактерин и бифидобактерин. Однако все препараты такого рода готовят из наперед выделенных штаммов, совершенно чужих лично вам и лично мне. Между тем микрофлора различается, пусть и немного, даже у однояйцевых близнецов.

Выход предложили сотрудники 2-го Московского медицинского института им. Н. И. Пирогова и Института иммунологии МЗ СССР («Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии», 1985, № 9). Прежде чем давать морским свинкам сильный антибиотик канамицин, их кишечную микрофлору высевали на селективные питательные среды, в которых развиваются бактерии только определенных видов. Затем колонии лакто- и бифидобактерий пересевали, чтобы накопить побольше препарата, а тем временем морским свинкам пять дней вводили антибиотик в изрядной дозе. Отменив препарат, одной группе животных скармливали собственные же полезные бактерии, другой группе — аптечный препарат. О результате читатель, видимо, догадывается: быстро и в полном объеме микрофлора восстановилась только у животных первой группы.

А потом была новая серия экспериментов — на себе. Все четыре исследователя (В. М. Коршунов, Н. А. Синицын, Г. А. Гинодман и Б. В. Пинегин) принимали канамицин в течение пяти дней, заранее подготовив аутоштампы полезных микроорганизмов. Сразу после отмены антибиотика они начали лечение собственными бактериями (понятно, каждый своими). Резкий дисбактериоз, зафиксированный анализами, после трехкратного приема препарата исчез: число бифидобактерий возросло более чем в 600 раз, лактобактерий — более чем в 200 раз, превысив даже исходный уровень. То же отмечалось и в последующих опытах на добровольцах.

Итак, предложен новый клинический метод: перед лечением сильными антибиотиками в значительных дозах заранее выделить у больного бактерии, размножить их на селективных питательных средах и сразу после отмены антибактериальной терапии восстановить микрофлору кишечника. Для этого достаточно принять препарат трижды, а не в течение недель.

Своя бактерия ближе к телу...

Г. БОРОДИН

Максимально возможная продолжительность жизни

Е. А. ПРОКОФЬЕВ, И. ЛАМПРЕХТ,
Р. С. ЗОТИНА, А. И. ЗОТИН,
Институт биологии развития АН СССР

Людям всегда хотелось знать не только прошлое, но и будущее. Во все времена неплохо жили хироманты, колдуны и предсказатели. Давно вступила на путь предсказаний и наука: жизнь общества пронизана планами развития производства и культуры.

Но есть другая сторона дела, касающаяся лично каждого из нас: здоровье, благополучие, успехи детей и так далее. Все это в принципе поддается научному анализу, и этим занимаются медицинская генетика, психология и социальные дисциплины. Здесь мы остановимся лишь на одном из вопросов биологии развития, на проблеме предсказания продолжительности жизни людей.

Давайте бегло рассмотрим теоретическую сторону проблемы, которая, по нашему мнению, придаст достаточную солидность последующим рекомендациям, а затем перейдем к практической стороне дела. Заранее предупреждаем, что обе части повествования полны оптимизма и безопасности для морального состояния читателя, ибо, по нашим предсказаниям, продолжительность вашей жизни немного превысит самые радужные надежды.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изучение старения животных и человека показало, что постепенно ослабевают разные функции и характеристики организма. Например, при старении человека снижается основной обмен, содержание воды в клетках, фильтрационная способность почек, жизненная емкость легких. А в целом — заметно уменьшается вес мужчин и женщин.

Очевидно, снижение функций организма и его веса не может идти до нуля: есть предел, ниже которого жизнь невозможна. Зная такой предел, мы могли бы легко выяснить наибольшую продолжительность жизни. Для такой операции надо знать не только предельную величину того или иного параметра, но и закономерность его изменения в ходе развития, роста и старения организма.

Начало этой точке зрения было поло-

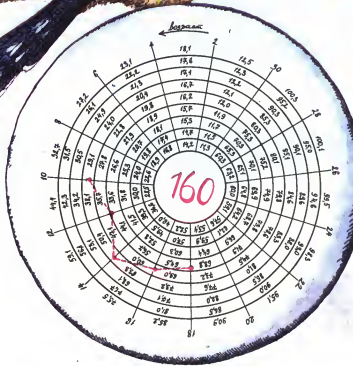
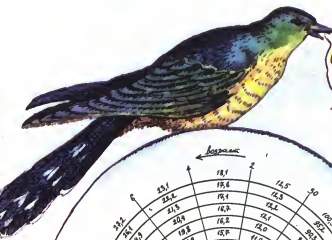
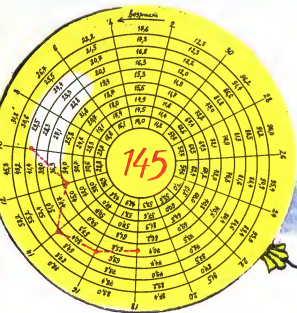
жено работой В. И. Тимонина и Р. С. Зотиной «Стохастическое описание роста и старения животных» в сборнике «Термодинамика и кинетика биологических процессов» (М.: Наука, 1980), где, исходя из термодинамических соображений, дана мера старения и любой параметр представлен в качестве функции от этой меры.

В принципе, с помощью такой функции можно прогнозировать изменение любого параметра. Это было бы идеальным вариантом для решения проблемы, так как срок жизни зависит не от одного параметра, каким бы важным он ни был, а от всей совокупности изменений при старении. Однако для большинства функций человеческого организма мы не знаем предельно допустимых величин. Четко определить эту величину сейчас можно только для изменения веса. Кривые изменения веса и могут быть использованы для выяснения продолжительности жизни.

С точки зрения биологии развития основу изменений при росте организма составляют три рода явлений: изменение его массы (рост), появление различий в частях системы и изменение его формы. В процессе развития, роста и старения организмов изменение массы служит как бы суммой всех перемен. Было предложено уравнение изменения веса в процессе жизни, выражаемое суммой трех членов, характеризующих три рода явлений. (Кого заинтересуют подробности, пожалуйста, загляните в «Известия АН СССР», 1978, № 1.)

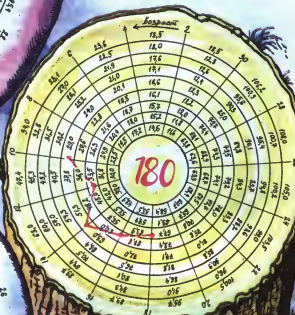
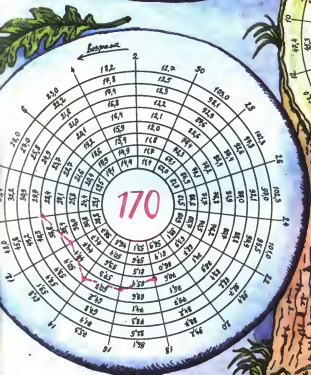
Оказалось, что это уравнение достаточно четко описывает изменение веса млекопитающих на протяжении всей их жизни. Проверка показала хорошее соответствие расчетных и экспериментальных кривых изменения веса бобров и хомячков. Важно, что уравнение позволяет рассчитать не только увеличение веса в период роста, но и его снижение после прохождения стационарной фазы, что и было использовано для описания изменения веса людей на протяжении жизни. Ныне допустимое снижение веса людей нельзя выяснить по экспериментальным данным, потому что большинство людей умирает не от старости, а от болезней. И для определения этой величины мы должны опереться на гипотезу о причинах снижения веса при старении. Она состоит в следующем: вес падает из-за функционального голодания клеток и тканей при очень низком уровне обмена веществ дряхлеющего организма.

Хорошо известно, что при старении снижается интенсивность дыхания. Иначе говоря, ухудшается энергообеспеченность организма. Можно думать, что в некоторый момент энергетический метаболизм падает столь низко, что оказывается недостаточным для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей. Начинается функциональное голодание организма и, как результат,



Братство

Концентрические окружности на этих пяти номограммах символизируют кривые роста, возраст — радиальные линии. Между окружностями указан вес в данном возрасте, в центре круга — максимально возможная продолжительность жизни. Из номограмм надо выбрать ту, в которой нанесенная вами линия изменения веса будет ближе всего к окружности. Конкретный пример пояснен в тексте статьи



снижение общего веса. Особенно это заметно у людей после 60 лет.

Если высказание предположение верно, то естественная смерть наступает из-за энергетического голодания клеток и тканей. Тогда максимальная длительность жизни определяется теми же факторами, что и максимальное снижение веса при голодании организма. Опираясь на данные о максимальном снижении веса при полиом или частичном голодании, можно получить величину предельно допустимого снижения веса тела и при старении.

Так вот, при голодании возможна потеря около 30 % постоянного веса, достигнутого к моменту окончания роста. Эта величина среднестатистическая и значительно отличается у разных лиц. Конечно, у людей с избыточным весом при голодании вес может быть снижен больше, чем на 50 %.

Хотя величина максимального снижения веса определена недостаточно строго, все же можно использовать ее для вычисления возможной продолжительности жизни людей. В качестве примера мы рассчитали максимальную продолжительность жизни бельгийцев — мужчин первой половины прошлого века, используя надежные данные А. Кэтла, опубликованные в 1913 г. Она оказалась равной 160 годам. Сложнее было это определить для женщин, живших в Бельгии в то же время. Кривая изменения их веса несколько отличается от кривой, характерной для мужчин. Дело в том, что после достижения стационарного веса в 20—25 лет у женщин начинается его небольшое увеличение, которое достигает максимума к 50 годам. Оно, видимо, связано с послеродовыми изменениями, и неясно, следует ли их учитывать. Если эти изменения не учитывать и взять то же уравнение, что и для мужчин, то мы получаем величину продолжительности жизни женщин такую же, как у мужчин.

Уже из сопоставления кривых изменения веса мужчин и женщин прошлого века видно, что возникают трудности из-за появления избыточного веса у женщин в стационарной фазе жизни. В наше время избыточный вес свойствен не только женщинам, но и мужчинам, что, по-видимому, зависит от перемены в общей жизненной ситуации (достаточное и калорийное питание, малоподвижный образ жизни и т. д.). Поскольку избыточный вес — это естественное приобретение людей, то, может быть, для определения максимального срока жизни людей надо использовать лишь фазу роста, когда кривая изменения веса еще не осложнена появлением избыточного веса?

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Из сказанного в теоретической части следует, что для определения потенциально долголетия того или иного человека необходимо иметь конкретные данные о том, как он рос. И чем полнее эти данные,

тем точнее будут определены постоянные, входящие в уравнение, и правильное расчитана возможная продолжительность жизни. Но, увы, вычисление констант и решение уравнения возможно только на ЭВМ. Мы считаем, что куда проще использовать графический метод.

Для этого здесь приводятся семейство кривых изменения веса бельгийских мужчин, где варьируют только две константы: вес (от 50 до 100 кг) и возраст (от 15 до 50 лет). Но, увы, число кривых очень велико и поиск нужной невероятно сложен. Поэтому мы представили все кривые в виде номограмм, где concentрические окружности символизируют кривые роста, а возраст — радиальные линии. На пересечении окружности с радиальными линиями указан вес, соответствующий данному возрасту. В центре круга дана максимально возможная продолжительность жизни.

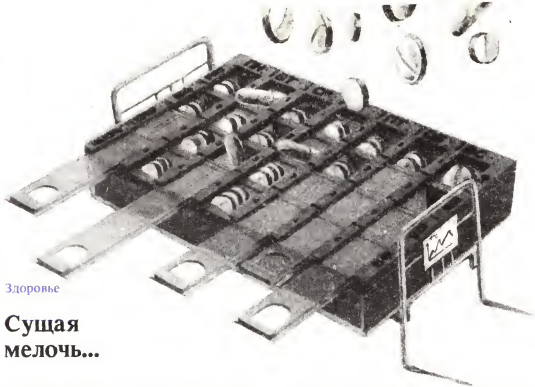
Пользоваться номограммами, напечатанными на цветном развороте, надо так. Данные об изменении веса (наилучший результат можно получить, если есть сведения от 2 до 30 лет) наносят на рисунки. Из них выбирают тот, где изменение веса наиболее близко к окружности. В качестве критерия близости можно взять число окружностей, в пределах которых меняется вес: то есть нужен рисунок, на котором это число минимально. Для примера возьмем изменение веса С.З. за десять лет, с 9 до 18 лет: 28,3; 29,7; 32,3; 35,7; 43,5; 52,6; 55,7; 60,8; 63,9 и 65,7 кг. Эти цифры нанесены на номограммы. Находим ту, где наименьшее число окружностей, в пределах которых располагаются эти цифры. Значит, предельная продолжительность жизни С.З. может достигнуть 170 лет.

С помощью этих же номограмм любой человек, имеющий данные об изменении своего веса, сможет приблизительно определить максимально возможную продолжительность своей жизни. Хотя эта величина предельная, она все же связана с реальной продолжительностью жизни и по ней можно хоть как-то судить о том, сколько лет у вас впереди.

По общему мнению геронтологов, смерть человека из-за полной утраты жизненных сил чрезвычайно редка. Обычно прекращение жизни — это следствие нарастания патологических изменений от различных заболеваний. Поэтому среди ученых, занимающихся проблемой долголетия, нет единодушия в оценке теоретически возможной продолжительности человеческой жизни. Так, Флораис, Лаикастер, И. Тарханов ограничивают ее 100 годами, И. И. Мечников, К. Фрумузан, А. А. Богомолец — 150—160 годами, Гуффеланд, Пфлюгер — 200.

В нашей же статье речь идет о теоретически возможной продолжительности жизни, которую каждый может определить для себя.

Желаем успеха.



Здоровье

Сушая мелочь...

Международные выставки бывают скромными, умеренными, большими и огромными. Проходившая в Москве с полгода назад выставка «Здравоохранение» принадлежала к числу последних. Служебный долг, а отчасти любопытство заставили меня пройти если не все, то многие павильоны — и в парке «Сокольники», и на Красной Пресне. Там было что посмотреть, что записать и что намотать на ус. Рентгеновские томографы, биохимические суперанализаторы со встроенными микропроцессорами, лекарства пролонгированного действия, устройства для коррекции зрения, парентерального питания, транспортировки тяжелобольных, стерилизации чего угодно и как угодно, — в каком направлении вы ни продолжите перечень, вы наверняка попадете в точку.

И вот среди этого многообразия, среди невообразимой сложности медицинской прибористики и структурных формул, где новинка соседствовала со сверхновинкой, а точный прибор — с безобразно точным, знаете, что более всего привлекло мое разбегующее внимание?

Вот эта красная пластмассовая корбочка, которую вы видите на снимке. Сушая мелочь: семь вертикальных пазов, прикрытых прозрачными пластинками из оргстекла, и четыре горизонтальных, разделенных стенками. Семь — это число дней в неделе, а четыре — наиболее употребительное время приема лекарств (утром, днем, вечером, на ночь). Ко-

рбочка эта, выпускаемая шведской фирмой «Item Development AB», носит название «Дозет», из чего следует, что она служит для правильной дозировки лекарств.

Но позвольте, разве мы сами не в состоянии уследить, когда и какое лекарство принимать? Кто-то может. Кто-то не может. Особенно в пожилом возрасте, когда лекарств, увы, становится все больше (невропатолог выписал одно, кардиолог — другое, офтальмолог — третье, ну и так далее), а память, к сожалению, подводит все чаще. Впрочем, и более молодые пациенты то и дело забывают вовремя принимать требуемое лекарство. В одном из исследований (его результаты можно найти в «American Journal of Hospital Pharmacy», т. 37, № 3) было показано, что только половина пациентов, страдавших гипертонией, полностью выполняли указания врача. При повторном визите к врачу число аккуратных больных поднялось на 10 %; остальные же 40 % по-прежнему принимали лекарства тогда, когда не забывали, не отвлекались, сосредоточивали внимание, не смотрели телевизор и не зачитывались интересной книгой...

О результате лечения забывчивых пациентов говорить излишне.

Выражаясь деловым языком, соблюдение врачебных указаний требует информации, мотивации и хорошей памяти. Когда человек далеко не молод, совпадение этих трех позиций встречается

в одном случае из десяти. И вот парадокс: фармацевты придумывают совершенные средства, врачи выписывают их больным — а те принимают таблетки через раз на другой или через два раза на третий. И это очень дорого обходится обществу: поддержание здоровья требует затрат.

Но это не все. Шведы провели исследование в клинике: сколько времени отнимает у медсестер раздача лекарств. Оказалось, у сноровистой сестры — около 7 часов в неделю. А когда опытную сестру подменяет коллега из другого отделения или новичок, то еще больше.

Теперь вернемся к яркой пластмассовой коробочке под названием «Дозет». Один раз в неделю, лучше всего в воскресенье вечером, в канун новой недели, вы (или ваши близкие) заполняете, согласно предписаниям врачей, все ячейки, с понедельника до следующего воскресенья по вертикали, с утра до ночи по горизонтали. Если какие-то ячейки остались пустыми — ну и замечательно. (Кстати, с обратной стороны коробочки вкладывается листок, на котором врачи записывают, что и когда надо принимать.) «Дозет» закрывается пластмассовыми полрсами, и вам остается только сдвигать их, начиная с утра понедельника, на одну ячейку вниз, взять таблетку или капсулу, если она в этой ячейке лежит, потом повторить ту же процедуру в обед, в ужин, перед сном...

Результат: те больные, которые пользовались «Дозетом», соблюдали неукоснительно многочисленные предписания врачей в 90 % случаев, а это почти хорошо. У группы обследованных, страдавших гипертонией, без дополнительных лекарственных назначений и процедур артериальное давление понизилось в среднем на 15 мм рт. ст. Что же касается медсестер, то вместо семи часов в неделю они стали тратить на раздачу лекарств полтора часа, разом заполняя «Дозеты» на неделю вперед, до-

веряя остальное пациентам, которые, имея в руках столь простое устройство, практически никогда не ошибались.

Между прочим: дни недели и часы на коробочке написаны выпуклыми буквами, чтобы могли прочесть пальцами те, кто видит плохо или не видит вовсе...

И еще одно. Фармацевтические фирмы уже пользуются «Дозетом» во время клинических испытаний лекарств для гарантии правильного и своевременного употребления. Впрочем, не только лекаря. И практически здоровым людям приходится иногда принимать общеукрепляющие или тонизирующие препараты, адаптогены, витамины, микроэлементы и т. п. Может быть, тут есть некоторый перегиб, но, знаете, осторожность еще никому не мешала...

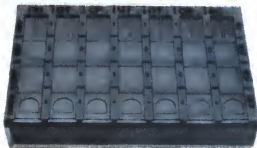
Написанное здесь — не реклама. Но как часто мы пытаемся достичь значительных результатов, придумывая, вводя в практику и настойчиво проталкивая действительно эффективные, но ужасно дорогие и трудно изготавливаемые приборы, установки, препараты. Споры нет, все это нужно — так же, как простенькие приспособленьица, наподобие «Дозета».

Честно признаюсь, не спросил, сколько стоит эта коробочка с крышечками, хотя бы ориентировочно. Но так, по виду, по технической «сложности», думаю, в привычных нам денежных единицах, рубль-другой. Ящичек, вроде спичечного коробка, чтоб можно было нажатием пальца вынуть и промыть ячейку, листок бумаги с обратной стороны, на котором врач пишет назначение — вот, собственно, и все. Хоть сам вырезай из пластмассы или фанеры и склеивай...

А зачем — сам? Может быть, могучая медицинская промышленность делает то или иное карманное устройство для лекарственной памяти? Лично я — горячо «за». Тем более, что совсем недавно один доктор прописал мне таблетку с утра и две на ночь, другой — по капсуле в обед и после ужина; а я во вторник и среду перепутал, в субботу вовсе забыл. Если так пойдет дальше, боюсь, придется идти на биохимию с микропроцессорами и на томографию со сканированием.

У нас здравоохранение бесплатное. Для нас с вами бесплатное. Только, по-моему, проще отдать трешку за дозирующее устройство, чем сто тысяч за супербприбор.

О. ОЛЬГИН





Государственный банк идей

Идея создать банк научных идей, предложенная В. Н. Третьяковым на страницах «Химия и жизнь» (1985, № 6) очень своевременна, но по силам ли ее реализация научно-популярному журналу? Ведь уже в самом первом варианте правил для «вкладчиков» редакция оговорила свое право не печатать некоторые идеи без объяснения причин. И можно заранее гарантировать, что в список отвергаемых и здесь попадут как раз смелые, значимые идеи, которые

в самом деле не стоит печатать раньше времени.

Думаю, что правильнее было бы организовать банк научных идей при Госкомитете по делам открытий и изобретений или при ГКНТ — с тем, чтобы авторы имели гарантии приоритета на тот случай, если их предложения потом найдут применение. И чтобы эти гарантии имели силу независимо от того, где их идеи будут разрабатывать. Ведь в некоторых странах, например, существуют патенты на идеи, а у нас этого нет. И страдает приоритет не только личный, авторский, но и государственный.

Другой банк, который было бы полезно завести ГКНТ, — это банк проблем, которые ждут своего решения. Список их мог бы иметь хождение среди ученых НИИ и вузов страны, причем кроме постановки задач при нем были бы полезны сведения о возможностях финансовой поддержки того коллектива, который возьмется за их решение.

Хотелось бы, чтобы все идеи, возникающие у советских ученых, независимо от ведомства, в котором они работают, скорее приносили пользу народному хозяйству, становились на службу советскому народу.

Доктор химических наук
Ю. А. АФАНАСЬЕВ,
директор
Севастопольского филиала
Государственного
океанографического
института

От редакции. Предложения, высказанные в этом письме, вполне обоснованны. Можно надеяться, что со временем будет создан общегосударственный Банк научных идей. Однако сейчас, пока такого банка нет, долг научно-популярного журнала — делать все возможное, чтобы предложения, высказываемые читателями, как можно скорее становились на службу научно-техническому прогрессу.

Банк научных идей

Стволовые клетки могут работать в двух режимах: в режиме поддержания клеточных элементов ткани на определенном количественном и качественном уровне и в режиме гистогенеза ткани, когда несколько стволовых клеток полностью восстанавливают ткань после поражающих воздействий, то есть работают в режиме амриональных клеток.

СЕННИКОВ Сергей Витальевич
630104 Новосибирск, ул. Нарымская, д. 23,
Институт клинической иммунологии СО АМН СССР

Гидравлические удары, развивающиеся при внедрении магмы в трещины растяжения, которые возникают на пути ее движения к поверхности, могут образовывать в земной коре каналы трубчатой формы и одновременно, сжимая в трещинах углеродсодержащие газы различного происхождения (магматические или содержащиеся в осадочных толщах) до давлений, во много раз превышающих статическое в магматическом потоке, обуславливают возникновение термобарических условий, требующихся для синтеза алмазов.

КОЛОСКОВ Константин Николаевич, гидрогеолог
195253 Ленинград, ул. Маршала Блюхера, д. 61, корп. 1, кв. 230

Банк научных идей

Термодинамическая активность водяного пара, выраженная как отношение давления водяного пара к насыщающему давлению при данной температуре адиабатного давления насыщения, может служить параметром состояния не только полностью равновесных парогазовых систем, но и, если так можно выразиться, парогазовых систем уравновешенных — равновесных парогазовых систем, подверженных воздействию внешнего (например, гравитационного) поля, в силу постоянства величины термодинамической активности в пространстве при равновесных процессах.

ИВАНОВ Владимир Дмитриевич
199050 Ленинград, В. О. 15 линия, д. 8/40, кв. 43

Ретробульбарная клетчатка (находящаяся за глазом в орбите) служит не только ложем для глаза, но и является своеобразной питающей глазное яблоко матрицей, поставляющей в его ткани питательные вещества и часть внутриглазной жидкости, поддерживающей температурный режим глаза и зрительного нерва, а в определенные периоды жизни и гормональным органом, регулирующим рост глазного яблока.

Г. А. ШИЛКИН, В. В. МИХАЙЛОВ, Н. С. ЯРЦЕВА, А. Н. АНДРЕЙЦЕВ, Г. Д. МИХАЙЛОВА,
Н. И. КЛИМОВ, В. И. ВАСИН, М. Е. АЛЕКСАНДРОВА, Н. С. ЧАБРОВА, Н. В. НАУМЕНКО,
А. Н. ЕГИПКО, Е. В. ЛАРИОНОВ, С. В. БУТЯГИН, С. Е. ИГНАТЬЕВ.
Московский медицинский
стоматологический институт им. Н. А. СЕМАШКО,
МНИИ Микрохирургии глаза. Москва, Бескудниковский б-р, д. 59а

Проверить в эксперименте на ряде животных и человеке действие по всем доступным современной науке параметрам всех элементов в порядке таблицы Менделеева в концентрациях 10^{-6} — 10^{-12} для выявления долженствующих быть биологических закономерностей, которые можно использовать в лечении и профилактике заболеваний.

ПОПОВА Татьяна Демьяновна
Киев, ул. Буденного, д. 1,
Областная больница, гомеопатический кабинет

Взаимодействие между иммунной и нервной системами осуществляется при помощи клеток регуляторной системы иммунитета, происходящих в эмбриогенезе из нервного гребня.

АБРАМОВ Валерий Васильевич,
Институт клинической иммунологии СО АМН СССР
630083 Новосибирск, Большевицкая ул., д. 173, кв. 27

Эффект иммунологического усиления — ускорения канцерогенеза при введении иммунной сыворотки — возможен для многих хронических заболеваний, например для туберкулеза. Это вытекает из механизма усиления и реакции больных на туберкулин.

КАЛЬМЕНС Владимир Натанович,
194352 Ленинград, ул. И. Фомина, д. 13, кв. 81

Одной из причин преждевременного старения может служить избыток кальция в питьевой воде. Подтверждением этого является тот факт, что все известные в нашей стране районы, где выявлен высокий процент долгожителей, располагаются в бассейнах рек, вода которых содержит от 8 до 20 мг/л кальция.

ГОЛОВЧЕНКО Ирина Ефимовна,
ДРУЗЬЯК Николай Григорьевич
270074 Одесса, ул. Гайдара, д. 10, кв. 38

Поведением птиц нужно управлять

Профессор
В. Д. ИЛЬИЧЕВ,
президент Всесоюзного
орнитологического общества

Вдумайтесь в такие цифры: 2 скворца очищают от непарного шелкопряда 70 деревьев; 250 000 000 птиц изымают из биоценозов 50 000 тонн вредных для растений насекомых. И так далее и тому подобное. По подсчетам орнитологов Института зоологии и физиологии АН Молдавской ССР, птицы в садах сокращают численность вредных насекомых весной на 67 %, летом на 57 %, осенью на 62 %. Поэтому привлечение пернатых в сады дает немалый доход и позволяет почти забыть об обработке деревьев пестицидами. Но бывают ситуации, когда чрезмерное обилие птиц отнюдь нежелательно. Тогда перед орнитологами стоит противоположная задача — рассеять, отпугнуть птиц, скажем, от зернового склада.

Если рядом кто-то потрет осколки стекла друг о друга, большинство людей спешат отойти подальше из-за неприятных ощущений — их слух оказался в состоянии так называемого сенсорного дискомфорта. Индустриализованная, заполненная всевозможной техникой и химией среда то и дело ставит нас в похожие ситуации. Сегодня мы слышим рев реактивного двигателя, завтра нюхаем резкий запах химического производства, а послезавтра ослепительные вспышки электросварки вызывают рез в глазах.

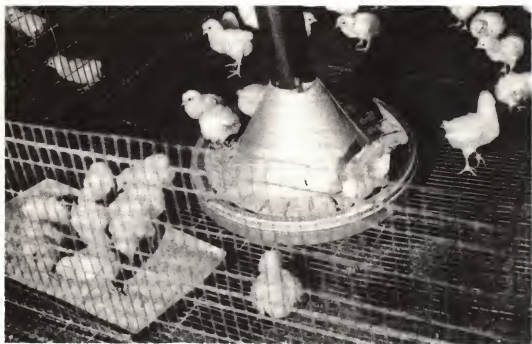
Такие раздражители безразличны и для четвероногих и пернатых обитателей планеты, хотя отпугивают их лишь до поры до времени: животные, в особенности птицы, быстро привыкают почти ко всему. Когда американцы сильным шумом пытались отгонять уток и чаек от аэродромов на морских побережьях, то птицы быстро освоились. Это и понятно — звуковой фон аэродрома сам по себе приучал птиц к раздражителям такого рода, и эффект новизны срабатывал лишь вне аэродрома.

Тогда обратились к естественным сигналам — крикам бедствия, издаваемым птицей в критической ситуации. Такие крики можно записать на магнитофон, если взять ее за лапы или за растянутые концы крыльев. Эти крики напоминают пронзительный визг поросенка и сходны у птиц разных видов. Сперва крики, транслируемые через мощные динамики, отлично отпугивали птиц. Но и к ним в конце концов пернатые привыкали. Становилось ясно, что даже такой сильный сигнал нуждается в подкреплении другими, непосредственно опасными для птиц факторами, например ружейными выстрелами.

Зачем все это нужно? Птицы не только стоят на страже урожая, уничтожая насекомых-вредителей, но и сами не прочь отобедать тем, что выросло на полях и в садах. Вот только несколько цифр: пернатые губят в среднем 20 % урожая винограда и косточковых культур, в некоторых странах в клювах исчезает более десятой части урожая зерновых. Устраивая гнезда на высоковольтных линиях электропередач, птицы невольно вызывают серьезные аварии энергосети. Мировой ущерб от столкновений самолетов с птицами перевалил за 10 миллиардов долларов.

Орнитологи взялись за новые исследования и убедились, что те или иные химические вещества, физические поля, порождаемые различными установками, и другие компоненты нынешней антропогенной среды так или иначе влияют на поведение птиц. Так вот, не использовать ли эти факторы в качестве средств, управляющих поведением птиц? Например, под Самаркандом не без успеха использовали несложное устройство для избавления садов и виноградников от галок, воробьев и майн. Это полый шар диаметром 30 см, покрытый кусочками зеркала. В солнечный день шар, вращаясь, дает слепящие вспышки, отпугивающие птиц. При этом через динамики транслируются крики бедствия. Десять таких шаров, поднятых на шестах, защищают гектар виноградника, где прежде птицы съедали четверть урожая.

Зрение у птиц лучше, чем у человека. И сканирующий лазерный луч будет для них эффективным отпугивающим средством. Некоторые оттенки красного и синего цветов тоже не по нраву крылатым обитателям планеты. Например, в Шотландии грачей от посевов ячменя



и овса отгоняют красными воздушными шарами, заполненными водородом. Один шар защищает 3,6 гектара.

Орнитологи прибегают и к помощи альфа-хлоралозы (глюкохлоралозы) — вещества, употребляемого для усыпления крупных млекопитающих при отлове. Склевав приманку с препаратом, птица издает крики бедствия и дергается в конвульсиях, а затем засыпает на 15—20 часов. Ее поведение столь сильно влияет на других птиц, что те долго не отваживаются появляться в этом месте.

Управляя поведением птиц с помощью экологически активных средств, человек не вносит в среду что-то новое, не существующее на планете, а лишь в той или иной степени моделирует процессы, которые обнаружил и счел полезным использовать в хозяйстве.

Ныне на каждые три дикие птицы приходится одна одомашненная. И она также нуждается во внимании человека, быть может, даже еще больше, чем ее дикие сородичи.

Переселение кур из маленьких сарайчиков в огромные залы птицефабрик с бесконечными рядами клеток не могло не изменить их поведения. Несушки при специальном режиме освещенности и кормления стали давать по 300 яиц в год (дикий предок — банкиевская курица — несла не более 13 яиц). При вылуплении тысяч и тысяч цыплят в инкуба-

торах возникли помехи: несинхронность вылупления, ручная поштучная выборка малышей из лотков и так далее. Даже небольшая экологизация этой искусственной среды дает отличные результаты. Например, весьма благоприятно на здоровье несушек сказывается трансляция в цехах птицефабрики магнитофонных записей брачного голоса петуха и мирного кудахтанья кур. Птицы лучше едят и не ссорятся друг с другом.

Полный опасностей и тревог птичий образ жизни требует сложных навыков, быстрой реакции. И не поэтому ли информационные контакты между родителями и детьми начинаются на последних стадиях насиживания, еще до вылупления птенцов?

Перед вылуплением слуховая система эмбриона принимает звуки в том диапазоне частот, который соответствует энергетическим максимумам голоса наседки. Слух эмбриона настроен на главные для него раздражители — звуки матери. Но и сам еще не вылупившийся птенец не молчит: сначала издает писки, а перед проклевыванием — щелчковые звуки, которые сопутствуют каждому дыхательному акту.

С помощью этих звуков цыплята, еще сидя в яйце, общаются друг с другом. Это стимулирует дыхание эмбрионов, синхронизирует его, что в конечном счете приводит к дружному проклевыванию. В каждой кладке есть свой лидер

◀ На птицефабрике «Курская» акустические сигналы, имитирующие щелкающие звуки, доносящиеся из яиц или kloхтанье наседки, не только способствуют одновременному вылуплению цыплят в инкубаторе, но вызывают их к кормушке. Фото Н. Конюхова

с наиболее высоким ритмом дыхания и щелчков, под который и подстраиваются остальные.

При уходе наседки с гнезда эмбрионы выражают свое недовольство, издавая сигналы дискомфорта, а сигналы комфорта слышны, как только она вернется. Голос наседки действует на эмбрионы так же, как щелчки соседа: дыхание учащается, выклевание цыплят синхронизируется.

Набор сигналов курницы невелик, но его достаточно, чтобы преподать малышам урок на все случаи жизни. Есть, например, сигнал быстрого сбора, по нему птенцы мчатся под защиту матери. Есть и зов, по которому затанцующие птенцы узнают, что опасность миновала. Цыплячий голоса (ориентировочные, пищевые, приветственные, сонные и прочие сигналы) тоже управляют поведением выводка. Благодаря этим звукам выводок живет как единая семья.

Изучив голосовое общение так называемых выводковых птиц (к ним принадлежат и домашняя курница), орнитологи Московского университета вместе с инженерами Института эволюционной морфологии и экологии животных Академии наук СССР сконструировали биотехнический комплекс «Сигнал», воспроизводящий те звуковые ситуации, о которых только что шла речь. Приборы этого комплекса имитируют щелчки, доносящиеся из яиц, и голос наседки, вызывают уже вылупившихся цыплят к корму, стимулируя их аппетит. Более того, приборы позволяют различать по голосу будущих петушков и курочек и тем самым заблаговременно рассортировывать их по разным технологическим линиям. Конечно, создание такого комплекса — только начало большой работы, которую специалисты уже упомянутых учреждений продолжают в сотрудничестве с Всесоюзным научно-исследовательским институтом птицеводства и передовыми предприятиями отрасли. Результаты экспериментов на девяти птицефабриках РСФСР обнадёживают.

Если до яиц, лежащих в инкубаторе, доносится магнитофонная запись голоса наседки, это ускоряет развитие цыплят и синхронизирует их выклевание.

Озвучивание яиц их же щелкающими звуками, но в несколько ускоренном темпе, тоже практически полезно. Запечатлев еще в яйце призывный сигнал «электронной матери», инкубаторские цыплята один за другим сами семят к источнику звука, что очень и очень облегчает их изъятие из лотков. Бройлерные цыплята, слушая магнитофонные сигналы пищевой активности, увеличивают суточные привесы при том же самом стандартном расходе корма.

Например, на птицефабрике «Курская» использование биоакустических методов улучшило вывод цыплят на 1,8 %, а их сохранность возросла с 98,0 до 98,9 %, повысилась снхронность выклевания цыплят и уменьшился срок эмбрионального развития в среднем на 17 часов.

Сейчас трудно сказать, сколько кур станет выращивать человечество в 2000 году. Во всяком случае их будет несколько миллиардов, число снесенных яиц составят сотни миллиардов, а на мясо станут выращивать десятки миллиардов бройлеров. Следовательно, здесь биоакустические методы могут дать гигантский эффект.

Полноценная звуковая среда полезна не только для кур: звуки могут быть использованы и при выращивании уток, гусей, индюков, цесарок, перепелов. Не обойтись без этого и в искусственном разведении дичи. Акустические сигналы помогут решить некоторые проблемы разведения кряковой утки и фазана, а в дальнейшем глухаря, тетерева, серой куропатки...

Главное в разведении дичи — сохранить молодняк после выпуска из вольера в природу, в полный опасности мир. Здесь и могут помочь орнитологи-биоакустики. Специальные звуки помогут молодняку еще в вольерах приобрести навыки самостоятельной жизни, быстрее одичать после выпуска на волю.

Каков же итог? Управление поведением птиц оптимизирует их взаимоотношения с человеком, позволяет эффективнее их использовать в защите урожая от вредных насекомых, улучшает результаты птицеводства и разведения дичи и тем самым вносит прямую лепту в выполнение Продовольственной программы.

Записал
С. СТАРИКОВИЧ

Шерсть в разных измерениях

М. МАКСИМОВА,
М. ЗАЛЕСКИЙ



Изделия из шерсти удобны, нарядны, практичны. Их промышленное производство огромно и растет из года в год. Но несмотря на это, моток пряжи и спицы можно встретить почти в каждом доме, ибо носить самодельные джемперы и кофточки, варежки и шапочки хотят все.

Но что мы знаем об особенностях и удивительных свойствах шерсти? Можем ли по-настоящему оценить и использовать ее достоинства? И наконец, что такое «шерсть»? Попробуем ответить на эти вопросы.

РОДСТВЕННИКИ, НО НЕ ОДНОФАМИЛЬЦЫ

Справедливость поговорки «голь на выдумку хитра» наглядно подтверждают некоторые представители животного мира. На их голой от рождения коже появляются с возрастом всевозможные хитрости: перья, чешуя, иголки, шерсть с подпушкой. Экипировка, как видите, широкого ассортимента. При всей внешней непохожести, эти образования — ближайшие родственники, поскольку все они происходят от наружного слоя кожи — эпидермиса.

Древний человек не был обделен природой — ему тоже достались волосы и ногти. Но в таком наряде он чувствовал себя не совсем уютно, особенно в зимнюю стужу. Поэтому наш разумный предок начал заимствовать у братьев меньших их хитрости для прикрытия своей «голи». Лучше всего согревали пух и шерсть, особенно вместе со шкурой. Шкур на всех не хватало, как, впрочем, и сегодня дубленок. Поэтому давным-давно люди смек-

нули, что выгоднее ежегодно забирать у животных шерсть и делать из нее теплые вещи, а шкуру оставлять до поры до времени владельцу. Так свыше 4000 лет назад шерсть животных сделала первый шаг на пути превращения в сырье для вязания.

ОДНОФАМИЛЬЦЫ, НО...

Если бы пряжу можно было делать из шерсти любых животных, человечество давно пустило бы в дело пушистые наряды всех четвероногих обитателей планеты. Однако даже людям, далеким от вязания, известно, что для производства шерстяных нитей используют шерсть овец, коз, кроликов, верблюдов, лам, а на других животных почти не обращают внимания. Вряд ли кто-нибудь слышал о нитях для вязания из шерсти лисиц, енотов или нутрий, хотя мех у них и теплый, и длинный, и пушистый, да и ходить за ним не слишком далеко — животных разводят в питомниках. Значит, пренебрегают этими и многими другими ценными пушными зверями неспроста. Специалисты скажут, что их шерсть для пряжи просто не годится. Почему? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо познакомиться со строением и классификацией волосистого покрова животных.

Он состоит из отдельных волосков, которых может быть до 20 000 на 1 см². Каждый волосок как минимум двухслойный. Наружный слой — чешуйчатый, образует тончайший покров (0,5—1,0 микрона) из ороговевших эпителиальных клеток, расположенных по-

добно черепице на крышах. Внутренний, корковый слой, на долю которого приходится основная масса волокон, также построен из ороговевших эпителиальных клеток, но веретенообразной формы. Эти клетки прижаты друг к другу, скреплены особыми выростами и расположены параллельными рядами вдоль оси волоса. Внутри коркового слоя волос может находиться еще и третий сердцевинный слой, пористый, рыхлый, с заполненными воздухом полостями из рогового вещества.

Общепринятая классификация делит шерсть животных в зависимости от ее строения на четыре типа: пух, переходный волос, ость, мертвый волос.

Первый состоит только из двухслойных волосков толщиной 10—25 мк. У переходного волоса толщиной 30—50 мк помимо двух слоев встречаются прерывистые участки тонкого сердцевинного слоя. Остевой волос — более толстое, жесткое, с хорошо развитой сердцевинкой волокно толщиной 50 мк и более. Мертвый волос, диаметром 150—160 мк, толще ости, малопрочен и очень жесток. Корковый слой в нем сведен почти на нет.

Сочетания волокон этих четырех типов и образуют все многообразие волосяных покровов обитателей Земли. Но для производства высококачественной пряжи, той самой, которую мы покупаем в магазине, годятся волокна, не имеющие сердцевинки и не превышающие в поперечнике 25 микрон. Иными словами, хорошая шерсть для вязания состоит из пуха, а он встречается в достаточном количестве лишь у нескольких видов животных. Что же касается большинства пушных зверей, то красота и ценность их роскошных мехов во многом обязана остевым и мертвым волосам, из которых шерстяную нить не спрядешь.

ЗОЛОТОЕ РУНО

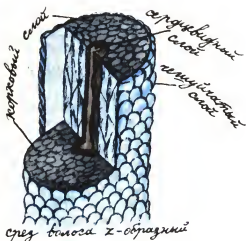
Какие же свойства определяют уникальные и неоспоримые достоинства шерсти? Вернемся к структуре.

Особенность чешуйчатого слоя заключается в том, что на его черепицеобразной поверхности не задерживается вода — она быстро стекает, не давая шерсти промокнуть. При этом черепица проницаема для водяных паров. Если, например, человек потеет или находится в насыщенном влагой воздухе,

пары проходят сквозь наружный слой шерстинок его одежды и сорбируются внутренними. Одежда из шерсти способна поглотить до 60 % влаги (по отношению к своей массе), оставаясь на ощупь сухой. Если человек остыл или перешел в сухое помещение, шерсть одежды постепенно отдает накопленную влагу. Благодаря этому свойству шерстяное нижнее белье, валяная обувь, чулки, спортивная одежда действуют подобно своеобразному насосу, сначала вбирая выделяемый человеком пот, а затем «откачивая» влагу в наружную среду.

Уникальная черепицеобразная поверхность шерстяных волокон — один из главных факторов ценного технического свойства шерсти. Суть его в том, что при многократном сминании, скручивании, валянии с одновременной обработкой водой или слабым раствором кислоты зазубрины на чешуйках прочно цепляются друг за друга, волокна сближаются и переплетаются, образуя плотный конгломерат — войлок. Хорошо сваливается шерсть грубошерстных овец, которая не годится для пряжи. Из нее и делают обычный войлок. Из пуха кроликов и зайцев готовят особо мягкий войлок — фетр. А вот у шерсти ангорских коз (мохера) чешуйки выступают слабо, края их мало зазубрены, поэтому она практически не поддается валянию. Благодаря этому мохеровые вещи не сваливаются при длительной носке. Однако такое достоинство превращается в недостаток, когда речь заходит о прочности. Именно поэтому мохеровые нити обычно укрепляют добавками овечьей шерсти или синтетики, а на этикетке появляется надпись: «80 % мохера, 20 % шерсти».

Важнейшие свойства шерсти непосредственно связаны с химическим строением волокон, состоящих из фибриллярных, то есть нитевидных, белковых молекул группы кератинов. Последние содержат много (до 5 %) серы, заключенной в аминокислоте цистин. Дисульфидные связи между отдельными полипептидными цепями и внутри них поддерживают определенную пространственную структуру. Это придает кератинам твердость, химическую стойкость и прочность на разрыв, которые у различных сортов шерсти тем больше, чем выше содержание серы; благодаря этому появляется извитость волокон — один из самых существенных признаков высококачественной шерсти. (Извити-



тость — количество изгибов на протяжении 1 см волокна, которые могут располагаться регулярно, например в виде синусоиды, или нерегулярно.)

Нитевидные молекулы кератина, расположенные параллельно осям волокон и повторяющие их многочисленные изгибы, упруги, гибки и эластичны. Поэтому хорошая пряжа и трикотажные изделия из нее сохраняют форму и не мнутся. Под нагрузкой волокна удлиняются, извитость уменьшается, а когда нагрузку снимают, они возвращаются в исходное состояние.

Интересно, что более тонкий волосок выдерживает большую нагрузку. Причина в том, что у толстых или грубых волокон велика доля рыхлой, пористой сердцевинки. Остевые и мертвые волокна не выдерживают большой нагрузки, а максимальной прочностью обладают самые тонкие, пуховые волоски. Если добавить, что тонкие волокна более гибки и эластичны, то станет понятным, почему практически не из грубой шерсти, а из тонкошерстной пряжи (из тонкого пуха). У этих вещей есть еще одно положительное свойство — они износоустойчивы, и вот почему.

В кератине чешуйчатого слоя, в отличие от коркового и сердцевинного, отсутствует аминокислота тирозин и содержится до 10 % полисахаридов и лигнин. Эти особенности химического состава придают чешуйкам повышенную устойчивость к механическим воздействиям, в частности к истиранию. А поскольку в более тонких волокнах процентное содержание чешуек значительно выше, вывод напрашивается сам собой.

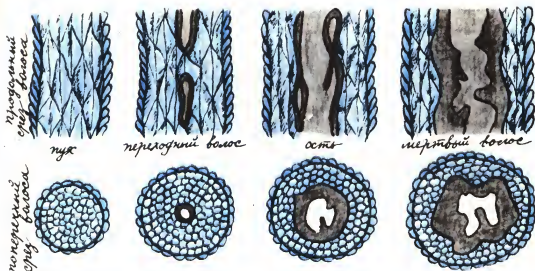
Прежде чем перейти к следующему свойству шерстяного волокна, напомним вопрос из школьных викторин: «что теплее: три одеяла или одеяло тройной толщины?». Вопрос не вполне корректен, но это обычно никого не смущает. Ребята отвечают дружно и правильно: «теплее три одеяла, потому что между ними воздух». По той же причине «греет» шерсть. Ведь шерстяную нить сплетают из сотен и тысяч волокон, а значит, в сотни и тысячи раз увеличивается количество воздушных прослоек между ними, но это еще не все. Воздух содержится также между множеством веретенообразных клеток, образующих каждый волосок, и между нитями, из которых связано или соткано изделие. Такая трехступенчатая система обороны выстраивается на пути холода и тепла. Поэтому шерстяная одежда обладает низкой теплопроводностью, надежно защищает организм от охлаждения, в ней тепло и уютно.

ВОСЕМЬДЕСЯТ КАЧЕСТВ

Только 2 % мирового производства шерсти получают от вычесывания и стрижки коз, кроликов, зайцев, верблюдов, яков, лам и собак. Основную же массу дает овцеводство. Весной овец и баранов стригут, снимая шерсть «под машинку», сплошной шубой, которая называется руном. Казалось бы, сняли шубу — можно пряхть. Но не тут-то было, все намного сложнее. Качество шерсти овец разных пород сильно различается. Например, у мериносов весь шерстистый покров состоит из пуха длиной до 5—7 см, у мясо-сальных курдючных овец шерсть грубая, жесткая, с преобладанием ости, а у полутонкорунных ленкоранских больше переходных волос, длина которых может быть свыше 40 см.

Так что, прежде чем думать о прядении, необходимо разобраться в потоке самых различных рун, поступающих на фабрику. Тем более, что каждое — мозаика волокон разного качества. Одним словом, необходима сортировка. Сортировщики выбирают и оценивают каждый клочок шерсти движущихся по конвейеру рун, раскладывают однородные волокна в соответствующие ящики, в результате чего набирается до 30 сортов.

Далее следует очистка волокон от сторонних примесей, которые составляют до 70 % от первоначальной массы



шерсти. Иными словами, из ежегодно состригаемых с овцы 10 кг шерсти остается фактически 3—4 кг. Остальное — это пыль, грязь, растения, колючки и главным образом так называемый жиропот. Впрочем, жиропот не бесполезен — из него получают ланолин (от латинских слов *lana* — «шерсть» и *oleum* — «масло») — смесь сложных эфиров жирных кислот и высокомолекулярных спиртов. Ланолин широко применяют для приготовления мазей в медицине и косметике.

Очищают шерсть известными способами: хорошенько моют мылом, содой или стиральным порошком, полоскают, отжимают и сушат. Из грязной воды извлекают ланолин, а шерсть, содержащая теперь только 15—17 % влаги и до 1 % жира, отправляется на камвольно-суконный комбинат для последующей обработки.

Здесь в зависимости от качества шерсти из волокон делают пряжу различных сортов и марок. Существует множество качеств шерсти, и зависят они как от толщины волокон, так и от их извитости. У шерсти высшего, 80-го качества толщина волокон от 14,5 до 18 мк с числом извитков 8,5—9 на 1 см длины, у 70-го качества — от 18,1 до 20,5 мк и числом извитков 8—8,5, а, например, у 58-го качества — 25,1—27,0 мк и 6,5—7 извитков. То есть чем толще волокна и меньше извиты, тем ниже качество, хуже свойства шерсти и ниже цена как пряжи, так и изделий из нее.

Прежде чем попасть в прядильное производство, шерсть проходит через комплекс из 8—10 машин (лен-

точных, гребнечесальных, ровничной). Пучки шерсти разделяются на отдельные волосы, волокна выпрямляются, становятся однородными и укладываются параллельными рядами в ленты. Эти ленты постепенно вытягивают до толщины нити-ровницы, с которой и начинается прядение.

Ровница всем хороша: и сечение у нее постоянно, и по составу волокон однородна, и уложены они параллельно. Единственный недостаток — низкая механическая прочность, потому что составляющие ее волокна не переплетены. Потяни ровницу — она и расплзется, поэтому ее прядут. Ровницу еще больше вытягивают, скручивают и наматывают на шпулю. Скручивание — дело серьезное. В результате этой операции в десятки, а порой и сотни раз возрастает прочность шерсти на разрыв, поскольку чешуйки волокон сцепляются, увеличивается физическое взаимодействие между ними.

Однако при кручении есть и опасность. Сильно скрученная нить менее воздушна, кроме того, волокна испытывают сильное напряжение. Нужна золотая середина. Миллионы людей не подозревают о тонкостях физико-химических свойств шерсти и тем не менее вяжут из нее теплые и красивые вещи. А вдруг, прочитав эту статью, они станут вязать еще лучше...

В оформлении статьи использован рисунок французского художника Ж. Эффеля



Как беречь электричество

Если есть возможность, поставьте холодильник в самое прохладное место и уж ни в коем случае не возле плиты. Теплообменник работает тем эффективнее, чем ниже температура в помещении. Например, при наружной температуре 20 °С холодильник расходует на шесть процентов меньше энергии, чем при 21 °С. Кстати, не заводите в морозильнике большую «шубу». Лед в холодильнике не холодит, а, наоборот, работает теплоизолятором. Чаше оттаивайте и сушите холодильник. От этого он будет экономичней.

Средняя мощность отечественных стиральных машин — 0,35 кВт. В год стиральная машина расходует около 45 кВт·ч. Вроде бы совсем немного. И все-таки, загружая бак стиральной машины лишь наполовину, вы гоняете половину ее мощности вхолостую.

Экономить электроэнергию можно даже при глажении. Для этого надо помнить, что и слишком сухое, и слишком влажное белье приходится гладить дольше, а значит — и больше расход энергии. И еще одна «мелочь»: утюг можно выключать за несколько минут до конца работы; на это время вполне хватит остаточного тепла.

Другие советы — на последней странице обложки.

РАСТОЧИТЕЛЬНАЯ НАКИПЬ

Все знают, что накипь — это осадок нерастворимых карбонатов кальция и магния, образующийся в чайнике при кипячении воды. Но не все, возможно, задумывались, что накипь не только неэстетична, но и неэкономична. Она проводит

тепло почти в тридцать раз хуже, чем металл, поэтому расход теплоты на нагревание воды в чайнике увеличивается, как, впрочем, и расход времени. Ежедневно из газовых и электрических плит кипит вода в десятках миллионов чайников. Безбидность серого налета оборачивается миллионами кубометров газа и десятками тысяч киловатт-часов электроэнергии, расходуемых зря.

Для удаления накипи можно использовать несколько препаратов: «Адипинка», «Антинакипин», «Катлакиви», «СЭДА». Основным компонентом всех этих порошкообразных составов является какая-либо кислота (например адипиновая в «Адипинке»), взаимодействующая с солями накипи. Накипь можно разрушить и самодельными антинакипинами — 5–10%-ными растворами уксусной или соляной кислот. Будьте осторожны с алюминиевой посудой — в ней антинакипин нельзя оставлять на долгое время, поскольку алюминий взаимодействует с кислотами. И, разумеется, любая посуда после обработки любым составом должна быть промыта горячей водой.



Можно бороться не с самим налетом, а с причиной, его породившей, а именно — с жесткостью воды. Для этого воду фильтруют через специальные устройства «Родник» или «Родничок», которые присоединяются к водопроводному крану. Вода, проходя через фильтр, соприкасается с ионообменной смолой и теряет часть солей жесткости. Сориентироваться в хозяйственном магазине вам поможет рисунок, на котором изображена упаковка «Адипинки» — одного из препаратов для уничтожения накипи.



ОТ «БЕЛОГО ПОЖАРА»

«Любовь к тебе вгрызалась в сердце, как терedo, и близок день, когда она пустит ко дну корабль моей жизни», — так древнеримский поэт писал своей возлюбленной, привлекая для убедительности образ червя-древоточца, бича деревянных кораблей.

Деревянных кораблей теперь уже почти нет, но есть уютные деревянные дачи — лаковые куколки для жуков, грибов и плесени. Да что дачи! 21 млн. м³ деревянных конструкций в ответственных сооружениях и просто товарной древесины ежегодно выходит из строя в результате «белого пожара» — совместных усилий жуков-точильщиков, домовых и плесневых грибов, других микроорганизмов.

В Сенежской лаборатории по консервации древесины разработано новое средство «Сенеж». Придавая древесине антисептические свойства и огнестойкость, оно способно на многие годы защитить деревянные постройки от загнивания и огня.

«Сенеж» представляет собой водный раствор соединений бора, хрома, меди. Его разбавляют водой в соотношении 1:1 и наносят на защищаемую поверхность древесины кистью или распылителем. Для более глубокого проникновения препарата в древесину обработку проводят дважды, не дожидаясь, когда впитается и высохнет первый слой. На один квадратный метр защищаемой поверхности необходимо 0,4 л рабочего раствора.

Средство «Сенеж» начал производить Буйский химзавод в Костромской области.

КАК СКЛЕИТЬ МЕТАЛЛ С ПЛАСТМАССОЙ

Важнейшее условие надежной склейки — максимальная по-

верхность соприкосновения склеиваемых поверхностей. Чтобы сделать эту поверхность возможно большей, на нее наносят множество царапинок твердым предметом или аккуратно шкурят крупной наждачной бумагой.

Следующий этап — обезжиривание. Он необходим для лучшей адгезии клея к поверхности. Детали сначала промывают водой с мылом, затем — проточной водой. Вытирают марлей, бинтом или чистым лоскутом ткани. Вслед за этим опять протирают детали — порошком венской извести (см. «Химия и жизнь», 1985, № 10, стр. 99). Мельчайшие его частички обволакивают жир и грязь и легко удаляются. Если венской извести нет под рукой, склеиваемые поверхности протирают растворителем — бензином, керосином, ацетоном, уайт-спиритом или скипидаром. Внимание: реактив не должен растворять пластмассу!

Теперь нанесите клей максимально тонким и обязательно равномерным слоем. Лучше всего использовать «Момент-1», но можно и любой другой, предназначенный для склеивания металлов. «Моменту» дают просохнуть 15—20 минут, остальными клеями пользуются в соответствии с инструкцией, но тоже обязательно подсушивают нанесенный слой. В большинстве случаев клеим покрывают метал.

Подготовленные поверхности плотно прижимают друг к другу и одну-две минуты прогревают металлическую деталь паяльником или утюгом, следя за тем, чтобы от тепла пластмассовая деталь не расплавилась чрезмерно и не «поплыла». Небольшое оплавление места склейки не повредит.

После прогрева склейка должна «отдохнуть» минут десять — и изделие готово к употреблению. При такой технологии прочность клевого шва увеличивается в несколько раз по сравнению с традиционной методикой. Еще одно преимущество: благодаря прогреву детали не надо сушить сутками, как обычно рекомендуют в инструкциях по работе с клеями.

Детали из непластичных пластмасс (полиэтилена и фторопласта) приклеить к металлу таким способом не удастся — слишком мала их адгезионная способность.



С морковью. 250 г молока, 50 г моркови, столовая ложка сахарного песка. Морковь очистить, натереть на терке, положить в миксер, влить молоко, добавить сахар. Взбить.

С помидорами. 250 г молока, 3 красных помидора, лимонный сок, соль. Помидоры очистить от кожицы и семян, положить в миксер, добавить молоко, лимонный сок и соль. Взбить.

С пряной зеленью. 500 г молока, столовая ложка рубленой зелени петрушки, пол столовой ложки рубленого укропа, пол столовой ложки рубленого зеленого лука, соль, мускатный орех или молотая паприка. Рубленую зелень посолить, приправить мускатным орехом (или паприкой), перемешать. Залить охлажденным молоком.

С бананом. 250 г молока, 1 банан, сахарный песок. Банан очистить, нарезать, положить в миксер, влить молоко, добавить по вкусу сахар. Взбить.

С яблоками. 250 г молока, 1 яблоко, сок пол-лимона, столовая ложка сахарного песка. Яблоко очистить от кожицы и сердцевин и нарезать. В миксер налить молоко, положить яблоко, сахар, налить лимонный сок. Взбить.

С виноградным соком. 250 г молока, 250 г виноградного сока, 60 г нежирного творога, 30 г сахарного песка, 10 г лимонного сока. Компоненты перемешать в миксере. Разлив по бокалам, на край каждого бокала положить по виноградинке.

С медом. 250 г молока, 2 столовых ложки меда, 2 столовых ложки сахарного песка, 1 яйцо, тертый шоколад, лед. В миксере взбить молоко с яйцом, добавить мед, сахар, шоколад по вкусу и лед. Взбивать еще в течение 20—30 с.



Реставрация футбольного мяча

Газонов для всех не хватает, поэтому часто приходится играть на земле и даже на асфальте. Кожа покрывки набухает, трескается, краска с нее сходит, а сам мяч теряет форму. И это через каких-нибудь 15—20 игр. Пробовали красить, но нитрокраска впитывается и мяч становится как каменный.

Как продлить жизнь футбольному мячу из натуральной кожи? Какую применить химию?

С. БОЛОТИН,
Москва

Чтобы мяч служил дольше, его все-таки придется покрасить. Но прежде надо подшлифовать лицевой слой кожи — мелкой шкуркой или напильником. Зачищенные участки покройте бутлацетатом и лишь после этого наносите нитрокраску. Другой вариант: нитрокраску можно смешать с бутлацетатом (пропорцию подберите опытным путем) и окрасить мяч этой смесью.

Когда мяч высохнет, им можно снова играть.



Авторы выпуска:
Б. БАГАРЯКОВ,
В. ВОЙТОВИЧ, В. КОВАЛЕВА,
С. ТИМАШЕВ

КЛУБ ЮНЫЙ ХИМИК



РАССЛЕДОВАНИЕ

Самый металлический металл

Спросите любого восьмиклассника, имеющего твердую «четверку» по химии, как меняется активность щелочных металлов с ростом порядкового номера их атомов в периодической системе, и он, не задумываясь, ответит: «С ростом порядкового номера активность щелочных металлов возрастает из-за возрастания их металлических свойств». Ответив таким образом, школьник будет в чем-то прав, а в чем-то — нет.

Действительно, металлические свойства в химическом смысле, то есть способность отдавать электроны по ряду $\text{Li} - \text{Na} - \text{K} - \text{Rb} - \text{Cs}$ возрастают, что подкрепляется численными значениями энергии ионизации. (Напомним, что энергия ионизации атома есть энергия, требующаяся для отрыва электрона без сообщения ему кинетической энергии.) Происходит это потому, что орбитальный радиус (максимум радиальной электронной плотности внешнего s -электрона) по ряду $\text{Li} - \text{Cs}$ растет, а значит, связь электрона с ядром ослабляется, так как предыдущая восьмизлектронная оболочка надежно экранирует ядро.

Итак, вторая половина ответа соответствует действительности. Что же с первой? Как будто здесь тоже все благополучно. Известно всем, с какой

осторожностью надо обращаться с рубидием и цезием — металлами, способными самовоспламеняться на воздухе и взрываться при соприкосновении с водой. С литием и натрием хлопот значительно меньше, хотя и здесь нужно держать «ухо остро». Только возникает вопрос — есть ли законные основания отождествлять металлические свойства с активностью? Чтобы ответить на этот вопрос, надо прежде всего выяснить, что же такое активность и металличность, понятия, которыми мы так часто оперируем?

«Краткая химическая энциклопедия» дает следующее определение: «Металлы — вещества, основной отличительной особенностью которых в конденсированном состоянии является наличие свободных, не связанных с определенными атомами, электронов, способных перемещаться по всему объему металла. Эта особенность металлического состояния вещества определяет всю совокупность свойств металлов». Каких же?

Во-первых, металлический блеск и непрозрачность. На первом месте по отражательной способности среди обычных металлов стоит серебро, поэтому его-то и использовали при изготовлении зеркал. Во-вторых — хорошая пластичность, то есть способность металла сохранять деформацию. Самый пластичный металл — золото, из которого можно делать тончайшие полупрозрачные пленки и невидимые глазу нити. И, наконец, высокая теплопроводность и электропроводность. Коэффициент электропроводности (σ) пропорционален коэффициенту теплопроводности (χ), поэтому металлы, хорошо проводящие тепло, соответ-



венно хорошо проводят электрический ток. На первом месте по теплопроводности стоит серебро, за ним следует медь и золото. Кстати, из издания в издание школьного учебника по химии для 9 класса кочует неверное утверждение, что на третьем месте по электрической проводимости стоит алюминий, хотя в действительности его коэффициент теплопроводности и электропроводности меньше, чем у золота.

Итак, по трем основным физическим свойствам лидируют металлы подгруппы IB (Cu, Ag, Au). Если судить по этим проявлениям металлических, то именно медь, серебро и золото — самые типичные металлы. Этот вывод вполне удовлетворил бы средневекового алхимика, считавшего, что число металлов равно семи и проводившего исследования именно с этими металлами, не считая ртути.

Но в том-то и дело, что серебро и золото, в меньшей степени медь с точки зрения химика относятся к наименее активным металлам. Ведь они встречаются в природе в самородном состоянии, значит, атомы этих металлов не торопятся расставаться с валентными электронами, то есть не вступают в химические преобразования.

Химик, конечно, не судит о металлических свойствах по блеску. Для него главное свойство металлов — способность отдавать электроны. В подавляющем большинстве химических реакций свободные металлы ведут себя как восстановители — переходят если не в ионы, то в соединения, где проявляют положительные степени окисления. Может быть, мерой метал-

личности считать восстановительную способность металлов, то есть обратиться к ряду напряжений? Но положение металла в ряду напряжений характеризует его активность только в водных растворах. Ряд напряжений в неводных растворах выглядит иначе. Например, в ацетонитриле медь стоит до водорода, а не после него, как в воде. Хотя и в водных растворах все не так просто. Самый сильный восстановитель — литий все равно не вступит в реакцию $\text{Li} + \text{KCl} = \text{K} + \text{LiCl}$. А калий, хоть и стоит в ряду напряжений правее лития, реагирует с водой значительно активнее.

Тогда, может быть, мерой металлических считать активность? На первый взгляд для самых типичных в химическом отношении металлов — щелочных все обстоит благополучно. Литий реагирует с водой довольно спокойно, натрий — энергичнее, калий загорается, как только попадает в воду, а рубидий и цезий реагируют со взрывом. Натрий и калий окисляются на воздухе быстрее лития, а рубидий и цезий способны во влажном воздухе возгораться. Но это факты на уровне школьного учебника, приглаженные и причесанные. Даже если немного изменить условия взаимодействия натрия и калия с водой, результаты будут иными. При небольшом количестве воды и большом количестве натрия (например, в мольном соотношении 5:1) реакция идет отнюдь не спокойно: в начале натрий просто «бегает» по воде, потом загорается, а затем раздается оглушительный взрыв. С калием ничего подобного не происходит. При тех же условиях он просто растрескивается, образуя эффектный, но небезопасный

фейерверк. Другой пример. В совершенно сухом воздухе натрий вообще не корродирует и сохраняет сколь угодно долго металлический блеск, а литий и цезий в тех же условиях все-таки окисляются. Но даже если бы не было этих тонкостей, факты-то относятся к воздуху и воде. Например, с азотом литий реагирует уже при обычных условиях, а натрий образует нитрид только в электрическом разряде. Нитриды тяжелых щелочных металлов, образующиеся в аналогичных условиях, очень неустойчивы. Другими словами, если бы мы жили в мире азота и аммиака, относительная активность металлов была бы иной.

Рассмотрим еще одну возможность — считать мерой металличности электроотрицательность. Читателю, далекому от химии, напомним, что электроотрицательностью называют свойство атома в соединении притягивать связывающее электронное облако или просто валентные электроны. Но и здесь нас ждет немало подводных камней. Есть уже десятка два шкал отрицательности, да и в основе каждой лежат разные принципы. Ясно, что эти шкалы существенно различаются.

Неужели мы так и не найдем достаточно объективную меру металличности? Оказывается, есть только одна характеристика атома, не зависящая от условий, относительно легко измеряемая и непосредственно отвечающая за металлические свойства, — энергия ионизации, о которой мы уже говорили в начале статьи. Только в этом случае понятие степени металличности эквивалентно понятию легкости отдачи электронов.

Анализируя энергию ионизации, можно сделать один любопытный вывод. В главных подгруппах, как правило, энергия ионизации с ростом порядкового номера металла уменьшается. Однако, у элементов, следующих за лантаноидами, орбитальные радиусы атомов уменьшаются по

сравнению с аналогами предыдущих периодов из-за лантаноидного сжатия. Наличие f-подуровня сказывается и на элементах VII периода. В частности, орбитальный радиус атома франция оказался меньше радиуса цезия, несмотря на многие прогнозы, сделанные до того, как его величина была точно рассчитана. И самое главное, энергия ионизации атома франция больше энергии ионизации атома цезия. Следовательно, франций не является самым типичным металлом, точнее, металлом, легче всего отдающим электроны. Поэтому встречающееся утверждение: «наиболее сильно металлические свойства выражены у франция, так как металлические свойства щелочных металлов усиливаются с ростом заряда их атомов», — не просто признак дурного тона (период полураспада самого устойчивого изотопа франция Fr^{223} чуть больше 20 минут), но и грубое искажение истины. Говоря языком восьмиклассника, самый активный металл не франций, а все-таки цезий. Видимо, необходимо пересмотреть гипотетические свойства франция, полученные экстраполяцией. Но это уже тема отдельной научной работы.

Теперь, разобравшись с понятиями «металличность» и «активность», вы понимаете, сколь безграмотна фраза: «металлические свойства у металла А выражены сильнее, чем у металла Б, поэтому А активнее Б», отождествляющая разные понятия. Но вполне можно согласиться с автором, который пишет: «По ряду А — Б — В металлические свойства усиливаются, что проявляется в большей устойчивости металлической решетки для простого вещества В». Поэтому, используя неоднозначные и относительные понятия «активность» и «металличность», следует опираться на конкретные физические и химические свойства рассматриваемых элементов или веществ.

В. К. НИКОЛАЕНКО,
И. Т. БАБАНСКИЙ

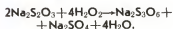
ПОЧТА КЛУБА

*Возможны
варианты*

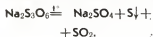
В апрельском номере журнала за 1985 год был опубликован ответ А. Калужного на вопрос викторины «Новая загадка тиосульфата».

Я также провел эту реакцию, только несколько изменил условия. Реакционную колбу с насыщенным раствором тиосульфата по-

местил в сосуд с охлаждающей смесью (лед + поваренная соль). После того, как раствор охладился до температуры от -7 до -5°C , я добавил 10 %-ный раствор пероксида водорода в избытке. Произошла реакция



Полученный раствор я попробовал упарить, чтобы избавиться от воды и избытка перекиси водорода. Но как только температура поднялась выше 100°C (растворы кипят при более высокой температуре, чем чистый растворитель), тритионат натрия разложился:



Сернистый газ поглотился



избытком перекиси водорода:



О том, что протекают именно эти реакции, свидетельствуют образующаяся сера, частично коллоидная, и сильно кислотная реакция среды (рН 1,5).

Теперь юные химики могут пополнить свою коллекцию солей полиотиновых кислот и, возможно, найдут тритионату натрия полезное применение. Здесь, как говорится, возможны варианты.

Дмитрий НАЗАРОВ,
ученик 9-го класса
школы № 3,
пос. Протвино,
Московская обл.

От редакции: Опыт Дмитрия Назарова наглядно иллюстрирует положение: разные условия — разные механизмы реакции. Что же касается тритионата натрия, то это соединение устойчиво только в водных растворах, поэтому любые попытки освободить его от воды приводят к разложению соли с образованием серы, сернистой и серной кислот.

ДОМАШНЯЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Реакция в ступке

В начале столетия русский химик Ф. М. Флавицкий обнаружил очень интересное явление: некоторые твердые вещества взаимодействовали друг с другом при обычном перемешивании, в результате реакции изменялась окраска смеси, иногда выделялась вода. Советский химик П. М. Исаков, продолжая исследовать эти процессы, предложил растирать реагирующие вещества и назвал эти реакции «реакциями растирания». Позднее они получили более современное название — механохимические реакции.

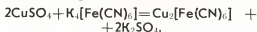
Как правило, совершенно сухие вещества плохо взаимодействуют друг с другом. Однако порошки всегда поглощают из воздуха большие или меньшие количества влаги, которой вполне хватает для протекания реакции. Механохимические реакции очень чувствительны, ибо реагирующие вещества находятся в концентрированном виде, то есть не разбавлены растворителем, и очень удобны, поскольку не требуют

особого оборудования и посуды, достаточно ступки и пестика.

Ф. М. Флавицкий предлагал применять их в химическом анализе минералов. Сейчас подобные реакции используют для химического анализа минералов и руд, ведь сделать его в полевых условиях очень просто.

Мы предлагаем вам несколько механохимических опытов. После каждого опыта ступку с пестиком нужно тщательно вымыть. **ВНИМАНИЕ!** Ни в коем случае нельзя растирать порошки неизвестного происхождения.

Опыт 1. Поместите в ступку 0,3 г кристаллического сульфата меди и 0,4 г желтой кровяной соли. При растирании смесь приобретает красно-бурную окраску, поскольку образуется окрашенный гексацианоферрат меди:



Опыт 2. Разотрите в ступке смесь 0,1 г ляписного карандаша, содержащего нитрат серебра, с 0,1 г иодида калия. В результате реакции смесь желтеет, поскольку образуется желтый иодид серебра.

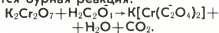
Опыт 3. Поместите в ступку 0,3 г гидроксида бария и 0,1 г хромового ангидрида. При растирании сухая смесь постепенно разжижается за счет выде-

лящейся воды и превращается в мазеподобную массу:



Опыт 4. Разотрите отдельно 1,1 г бихромата калия и 1,5 г щавелевой кислоты. В стеклянном химическом стакане смешайте оба порошка и перемешивайте (не растирайте) стеклянной па-

лочкой. Через некоторое время начнется бурная реакция:



Реакционная смесь сильно пенится, разогревается и в конце концов сплавляется в фиолетовую массу.

Н. ПАРАВЯН

ДОМАШНЯЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Поташ из растений

Поташ, или карбонат калия K_2CO_3 , известен людям уже несколько тысячелетий, его готовили еще в Древней Греции и Риме. Получали соль из древесной или травяной золы, содержащей до 50 % K_2CO_3 . Золу выщелачивали водой, образовавшийся щелок (так раньше называли растворы карбонатов натрия и калия) упаривали, а затем прокачивали остаток в глиняных горшках. Отсюда и произошло тривиальное название соли: от голландских слов «пот» — горшок, «аш» — зола.

В России промышленное производство соли освоили в XVII столетии. Русский поташ охотно покупали за границей — хорошее сырье для получения калийной селитры, а значит, и пороха.

Со временем нашли новые природные источники карбоната калия. В XIX веке его уже готовили из золы стеблей и корзинок подсолнечника, из отходов свеклосахарного производства, из сухого остатка от промывки овечьей шерсти.

Конечно, сегодня карбонат калия получают принципиально новыми, современными способами. Например, карбонизацией углекислым газом гидроксида калия в растворе: $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Химически чистый карбонат калия при необходимости можно купить и в магазине. Но все же интересно воспроизвести старый способ извлечения поташа из золы подсолнечника или степной полыни.

Соберите 1500 г сухих стеблей и пустых корзинок подсолнечника или 1100 г сухой полыни. Положите матери-

ал на железный лист и осторожно сожгите на открытом воздухе. Можно получить золу, сжигая сырье небольшими порциями по 50 г в железной или алюминиевой чашке, либо в большой консервной банке под тягой. Когда пргорит одна порция, внесите следующую и снова сожгите. Но в любом случае необходимо тщательно соблюдать правила пожарной безопасности. Поблизости не должны быть горючих и легковоспламеняющихся веществ.

Соберите золу в фарфоровый или железный тигель и прокалите при 400—600°C, чтобы выгорели частички угля и органические вещества. От полученной золы отберите 125 г, пересыпьте в большой химический стакан на 0,5 л или в эмалированную кастрюлю, налейте 250 мл воды и прокипятите в течение двух-трех минут. Горячий раствор профильтруйте через стекловолокно или стеклоткань в другой стакан, промойте остаток золы на фильтре 125 мл горячей воды. Фильтрат упаривайте на электроплитке, пока на поверхности жидкости не появится пленка кристаллов. Дальше нагревайте раствор на водяной бане, а полное высушивание закончите в сушильном шка-



фу. Вы получите около 30 г сырого поташа из подсолнечника или 10 г из полыни. Такой поташ содержит много примесей: соединения натрия, кальция, хлорид и сульфат калия. Поэтому соль надо перекристаллизовать.

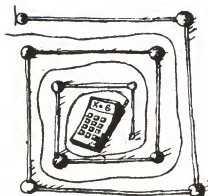
Растворите сырой поташ в горячей воде, 25 мл на 10 г соли. Раствор упарьте на водяной бане до половины исходного объема, а затем охладите до 65°C. При этом выпадут кристаллы $K_2CO_3 \cdot 1,5H_2O$, а все примеси останутся в маточном растворе. Конечно, соли получится меньше — около 5 г

из подсолнечника и 15 г из полыни, — зато это будет чистый реактив.

Маточный раствор не выливайте, он тоже пригодится. Добавьте к нему по каплям 20 %-ный раствор серной кислоты до слабокислой реакции на лакмус (пробу с индикатором делайте в отдельной чистой пробирке), а затем упарьте на водяной бане. Полученный сульфат калия с небольшими примесями KCl — хорошее удобрение для комнатных растений и пришкольного участка.

Л. А. СОЛОМАТИНА, П. НОРАЙР

РАЗМИНКА



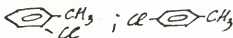
Собираем правила

В январском номере журнала мы объявили, что собираем мнемонические правила по химии. Пока наша коллекция пополнилась только двумя правилами, о которых нам написали студентка, будущий химик Лена Сизинцева, и московский школьник М. Ковалев.

Первое правило помогает понять и запомнить, что такое орто- и пара-положения заместителей в производных бензола:

орто — около,
пара — против

В каждой паре слова начинаются с одной буквы, поэтому легко запоминаются. Теперь не составит труда определить, в каком положении находится хлор в двух изомерах:



В первом случае — в орто-, во втором — в пара-. Соответственно первое соединение называют о-хлортолуол,

а второе — п-хлортолуол. Существует еще и мета-положение — промежуточное между двумя названными; но о нем в правиле ничего не сказано, потому что в бензоле возможны всего три положения заместителей. И если два известны, то третье легко определяется.

Может возникнуть вопрос: а зачем надо знать обо всем этом? Ведь указанные соединения гораздо проще называть в соответствии с принятой номенклатурой: 1-метил-2-хлорбензол и 1-метил-4-хлорбензол. Конечно, это верно. Но положения заместителей различают не случайно, ведь именно от него зависят свойства вещества. Возьмем наш пример. Два вещества с одинаковой молекулярной массой и элементарным составом. Но для первого соединения температура плавления равна минус 34°C, а для второго — плюс 7,5°C, температура кипения — плюс 159 и 162°C соответственно. Кроме того, эти вещества по-разному ведут себя в реакциях замещения и присоединения, поскольку взаимное влияние атомов в их молекулах различно.

Второе правило помогает запомнить некоторые сведения о сере — элементе и веществе:

«Сера, сера, сера S,
Тридцать два атомный вес.
Сера в воздухе горит,
Образует ангидрид.
Ангидрид — пахучий газ,
Слезы капают из глаз».

Это стихотворение, а вместе с ним и полезные сведения запоминаются так же легко.

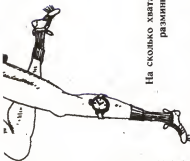
Итак, в нашей коллекции четыре мнемонических правила. Какими будут следующие? Ждем ваших писем.

Улыбайтесь
из толпы вод

Луч сильного света, направленный в глубь жидкости, вызывает звуковые колебания, правда, не воспринимаемые нашим слухом. Обнаружившие это явление американские исследователи Ф. Марстон и Б. Ангер, по сообщению журнала «Science News» (1983, т. 127, № 18, с. 281), объясняют его так. Свет (в их эксперименте источник — лазерный аргоновый лазер), сталкиваясь с пузырьками газа, заставляет их сжиматься, после чего пузырьки вибрирует от тех пор, пока колебания не затухают естественным путем. Волны, вызванные этой вибрацией, и фиксирует микрофон. О практическом использовании этого наблюдения не сообщается, хотя частота колебаний и зависит от калибра пузырьков.

Средство от храпа

46 % населения земного шара храпит ежедневно, 25 % — время от времени. И хотя средство от храпа изобретено достаточно, надежных среди них нет. Еще об одной рекомендации, правда, не оцененная ее эффективность, рассказал журнал «Science Digest». На спину ночью одеяния следует пришить карман, а в него положить теннисный мяч. Волной-неволей придется спать на боку, а на боку, говорят, храпит меньше...



На сколько хватает разминки?

Общезвестно: резкие старты утомительны. Поэтому всякий спортсмен предвзвешивает тренировку и даже утренняя гимнастика разминкой. Но представляете себе: вы вышли в парк, хорошенько разогрелись, самый бы раз приступить к серьезным упражнениям, но в этот момент к вам подходит сосед и заводит серьезный и обоюдно интересный разговор. Что делать, когда беседа закончится? Разминаться снова или продолжать тренировку с того момента, на котором вас прервали? Ответ на это дает журнал «Archives of Physical Medicine and Rehabilitation»: мышца «помнит» о разогреве в течение полутора часов, так что повторять предварительные упражнения не обязательно.

Еще о пользе умеренности

Существует ли диета, снижающая вероятность заболевания раком? Существует, утверждает финляндский исследователь Д. Кричевский, выражаю-

щий ее суть двумя словами: «ешьте меньше» («Science News», 1985, т. 127, № 14, с. 213). В доказательство автор приводит результаты своих наблюдений. В одном из его экспериментов две дюжины крыс кормили, что называется, от пуза в течение месяца, после чего зверюшек ввели некий канцероген. Раз разлили у 14 животных. Контрольную группу ограничили в еде на 40 процентов. После введения того же вещества болезнь не была обнаружена ни у одного животного.

Кого губит чертовое зелье

Два авторитетных медицинских журнала — «American Journal of Public Health» и «American Journal of Epidemiology» — почти одновременно опубликовали результаты массовых обследований семей курильщиков. Вот их основные выводы. Дурная привычка вредна не только для самих «смолящих» табак. Женщины курильщиков в 2,5 раза чаще умирают от болезней сердца, чем счастливицы с некурящими мужьями. У детей курящих отцов, независимо от того, будут ли они сами курить или нет, вероятность в течение жизни заболеть одной из форм рака в полтора раза выше. Если мать курит, у ее детей шансы заболеть лейкемией или лимфомой в 2,7 раза выше, чем у тех, кто рожден некурящей.

Алкогольное досье



У крысят, получавших начиная с 10-го дня жизни в виде единственного источника жидкости 20 %-ный раствор этанола, отмечались нарушения нормального развития скелета.

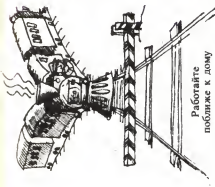
По данным теста на бегущей дорожке с компьютерным управлением, неустойчивость походки и другие двигательные нарушения возникают уже при концентрации этанола в крови 0,4 мг/мл. Этанол ухудшает сорбционную способность активированного угля, снижая его обезвреживающее действие при отравлении.

Финские исследователи выделили восемь профессиональных факторов, которые повышают риск возникновения злоупотреблений этанолом: 1) наличие этанола на рабочем месте; 2) социальное давление, поощряющее прием этанола на работе; 3) отрыв от нормальных социальных и половых отношений (например, у моряков, военных и пр.); 4) свобода от контроля; 5) очень высокий или очень низкий уровень дохода; 6) конфликты с сослуживцами; 7) напряженность и стресс, связанные с работой; 8) подбор работников, predisposed к пьянству (например, в торговом флоте).

Снижение употребления этанола на душу населения в Великобритании за 1979—1982 гг. на 11 % сопровождалось уменьшением числа первичных госпитализаций по поводу алкоголизма на 19 %, числа судебных приговоров, связанных с преступлениями, совершенными в состоянии опьянения, на 16 % и смертности от цирроза печени на 4 %.

Как показывают эксперименты на крысах, действенным способом снижения добровольного потребления этанола может быть диета с уменьшенным содержанием соли.

По материалам Р. Ж.
«Наркологическая токсикология»



Работайте поближе к дому

Увеличение продолжительности ежедневных поездок на работу и обратно с 30 минут до трех часов, по сообщению журнала «Социологические исследования» (1985, № 4, с. 76), приводит к сокращению затрат времени на воспитание детей в 8 раз, на учебу и самообразование — в 2—3 раза.

О пользе небрежности

Чарльз Дарвин, как известно, замечательно владел литературным английским языком, но иногда допускал орфографические ошибки. Историк Ф. Саллоуэй нашел в его ранних рукописях около пятидесяти подобных встречающихся описок, причем в разные периоды путешествия на «Бигле» будущий автор «Происхождения видов» отдавал предпочтение разным

ПРОТНЗЫ



Потребность в этаноле в качестве автомобильного горючего к 1990 году достигнет в капиталистических странах 3,8 млрд. литров.

«Нефтяника», 1985, № 7

ученым, достаточно для профилактики заболеваний коронарных сосудов. И не только. У любителей рыбной кухни реже бывают мигрени, нет по утрам ощущения вялости.

Цитата

Оказывается, как это ни парадоксально, что переложить труд мастера — «золотые руки» на плечи машин легче, чем сделать это в отношении труда рабочего.

Доктор
экономических
наук
Г. М. ДОБРОВ
«Вопросы
изобретательства»,
1985, № 11, с. 25



Новая стихия

В то время как древние знали только четыре стихии: огонь, воду, воздух и землю, новейшие химияки насчитывают 64 стихии или простых веществ и смотрят на них как на материал, из которого образовывался весь мир. Недавно профессор Виллиер открыл в серебряной руде новый элемент, родственник серебра и присутствие которого на основании теоретических данных подозревалось давно. Шестидесят пятый этот элемент назвали Германием.

«Ниса», 1886, № 22

Берлинская окружная дорога...

до сих пор еще перевозит свои поезда паром, тогда как в Нью-Йорке водятся на всех городских дорогах электрические локомотивы, которые, по недавно произведенным опытам, ведут одинаково длинные поезда и с такою же скоростью, как и при паре.

«Ниса», 1886, № 22

Изобретательность рыбки...

подтверждается следующей остроумною выдумкою: живущие на романтических берегах Эодора в Пенсильвании прикрывают к ногам гусей и уток веревки с крючками и исламными червями и гонят птиц в воду. Рыбы клюют и дергают за веревку, испуганная птица спешит на берег, таща за собой рыбу, которую принимают фермеры.

«Ниса», 1886, № 30

Перечитывая классику

Кандидат химических наук
З. Е. ГЕЛЬМАН



«Шагрень вышла победительницей из ужасающего столкновения с немалым количеством хлористого азота».

Фраза из знаменитого романа Бальзака не может не привлечь внимание читателя-химика. Откуда у литератора, далекого от естествознания, сведения о страшноватой, невероятно взрывчатой жидкости, открытой в 1812 году, за 19 лет до завершения «Шагрёновой кожи»? Какое место в его миропонимании занимают проблемы, связанные со строением вещества?

Исчерпывающий ответ на эти интереснейшие вопросы — дело литературоведов и историков, мы же можем лишь отметить, что ничего фантастического, в сущности, здесь нет. Химия — не только отрасль «чистой» науки и ремесла, она есть часть, и притом немаловажная часть, нашей культуры. Так почему бы писателю не воспользоваться ее представлениями, образами для своих целей?

Вот и пользовались. Следы интереса к химии или ее прародительнице — алхимии можно отыскать на страницах Пушкина («Сцены из рыцарских времен»), Гофмана («Эликсиры сатаны», «Золотой горшок») и многих других классиков европейской литературы. Встречаются и более поразительные случаи — не просто пассивное использование образов, а самостоятельное проникновение в некие проблемы, по сути своей далекие от чисто писательских задач. С такого рода неожиданностями мне пришлось столкнуться, сопоставляя разные переводы на русский язык «Дон Кихота».

В 16-й главе II-й части романа есть определение алхимии (даю дословный перевод):

«Алхимия — это такое достойное занятие, которое в руках мастера может принести плоды такой стоимости, которую трудно оценить». Звучит не очень-то музыкально, и переводчики, естественно, по мере своего разумения текст улучшают. Метаморфозы при этом приключаются поразительные: почти во всех русских переводах исчезает или по меньшей мере переезжает в другое предложение алхимия. В самом известном ныне переводе Н. М. Любимова она оказывается «сделанной», и притом «из такого металла, что человек, который умеет с ней обходиться, может превратить ее в чистое золото, коему нет цены».

В старом (1873 г.) переводе В. А. Карелина она — все та же алхимия — состоит «из такого чудесного материала, что тот, кто сумеет очаровать и поймать ее, может обратить ее в чистейшее золото». А вот в известном читателям старшего поколения переводе Б. А. Кржевского и А. А. Смирнова алхимия превращается и вовсе в «искусственный сплав».

В сплав, кстати, превращали алхимию и переводчики «Дон Кихота» на другие языки (эстонский — А. Курфельдт, латышский — М. Кемпе, литовский — А. Хургинас, английский — П. Мотто).

Почему же среди переводчиков нет согласия? Возможное объяснение таково. В произведениях Сервантеса (не только в «Дон Кихоте») бросается в глаза ироническое отношение к алхимии. Похоже, великий писатель не очень-то верил в это «искусство». Поэтому часть переводчиков, видимо, решила раскрыть для читателей подлинное содержание этого «сплава» магии с шарлатанством. Другие же оказались осторожнее — и тоже не промахнулись. Известна ведь и такая точка зрения: Сервантес вряд ли стал бы тратьте порох на поношение алхимии, в его время это уже означало бить лежачего, к началу XVII века репутация «герметического искусства» и без того была довольно низкой. В таком непростом, историческом контексте трудно сказать, кто из переводчиков оказался на более верном пути.

Но вот другой случай. В главе 26-й той же второй части «Дон Кихота» есть место, где артист Мазе Педро отвечает на замечание главного героя так: «Продолжай, мальчик, и никого не слушай, пусть в этом моем представлении окажется столько же несообразностей, сколько атомов содержится в солнце...»

Атомов!

Полезно вспомнить: роман закончен в 1615 году, европейская наука еще не воскресила идеи древнегреческих атомистов, до издания главного труда выдающегося мыслителя Пьера Гассенди «О жизни, нравах и учении Эпикура», с которого ведут летоисчисление новейшей атомисты, осталось 32 года. Откуда же эти «атомы» — может, случайно проскочили?

Как бы не так. Атомы возникают в назидательной новелле «Синьора Корнелия», в новелле «Ринконете и Кор-

тадилё», да и во многих, не процитированных здесь ради экономии места главах «Дон Кихота». Выходит, не случайно.

Ну а что же переводчики?

Увы, с атомами они обошлись немногим бережнее, чем с алхимией. В реплике актера взамен атомов появляются «песчинки» (Любимов), «пылинки» (Кржевский и Смирнов), и лишь у Карелина да у Л. А. Мурахиной, опубликовавшей свой перевод в конце прошлого века, они сохранились. Тот же Кржевский, переводя «Ринконете и Кортадилё», заменяет конец реплики студента «Я не ошибусь ни на атом» стандартным — «ни на йоту».

Случайно ли пристрастие Сервантеса к этому слову? Очевидно, нет. Ведь он считал себя учеником известного реформатора науки XVI века, врача из Медины Кампо Гомеса Перейры, а Перейра был атомистом: в Испании подспудно сохранялись, еще со времен арабского завоевания, некоторые традиции древней философии.

Есть основания предполагать, что «Дон Кихот», быстро получивший общеввропейскую известность, оказал влияние и на возрождение атомистической философии в сопредельных с Испанией странах. Французский перевод великого романа увидел свет в 1618 г., в 1620 вышло уже третье издание. Мог ли этот «бестселлер» своего времени миновать столь просвещенных читателей, как Гассенди и его ученики?

Можно лишь пожалеть об отсутствии у многих переводчиков начатков естественнонаучной подготовки.

Во второй части «Фауста» Гете есть строчка, буквальный перевод которой звучит так: «Кроткий клен, полный сладкого сока». Переводчики распорядились с ней по-своему. Н. Голованов в конце прошлого века передал ее так: «Там нежный клен наполнен сочной влагой»; Б. Пастернак, автор лучшего, на мой взгляд, русского перевода «Фаус-

та», — совсем иначе: «И клены следом друг за дружкой». И лишь Н. А. Холодковский нашел возможность сохранить строку почти в неприкосновенности: «А кроткий клен пропитан сладким соком».

Существенно здесь то, что «сладкий сок» в данном случае — не метафора; в этой строке, как давным-давно подметил известный историк химии Э. Липпман, отразился интерес Гете к проблемам сахарного производства. Как раз тогда, в начале прошлого века, в Европе энергично разрабатывали способы получения сахара из растений, более доступных, чем экзотический сахарный тростник.

Почему же перевод Холодковского оказался в данном случае наиболее точным? Не потому ли, что он был не только переводчиком, но и крупным биологом?

Гете, надо сказать, занимает среди классиков мировой литературы особое место: для него-то интерес к проблемам естествознания не был спорадическим или поверхностным. Он ведь и сам был естествоиспытателем. Поэтому физические, биологические, химические реалии появляются на страницах его сочинений регулярно, составляя порой не поверхностный слой ассоциаций, а основу логического ряда, на котором построено произведение. Яркий пример того — написанный в 1809 г. роман «Избирательное сродство». Само его название повторяет заголовок трактата, опубликованного 27 годами ранее шведским химиком Т. Бергманом.

Долго разыскивать в «Избирательном сродстве» Гете химические ассоциации не приходится. Чтобы читатели могли убедиться в том сами, уступаю слово классика. Ниже печатается отрывок из главы романа, в которой его герои — супруги Эдуард и Шарлотта — беседуют о родстве человеческих душ со своим ученым другом капитаном.

Избирательное сродство*

И. В. ГЕТЕ

...Теперь его привлекали другие предметы, и читал он вслух другие книги, в последнее время главным образом труды по физике, химии и технике.

При этом у него была одна черта, общая, может быть, с целым рядом людей: он не выносил, когда кто-нибудь во время чтения заглядывал ему в книгу. Прежде,

* Отрывок из 4-й главы ч. I. Печатается по «Собранию сочинений» (т. 6). М.: Художественная литература, 1978.

когда он читал стихотворения, драмы, повести, это было естественным следствием живого желания, свойственного чтецу в такой же мере, как поэту, актеру, рассказчику, удивлять слушателей, возбуждать их ожидание паузами, держать их в напряжении; а такой эффект, конечно, нарушается, если кто-нибудь успевает забежать вперед. Поэтому Эдуард всегда садился так, чтобы никого не было за его спиной. Теперь, когда их было только трое, подобная предосторожность стала излишней; кроме того, ему уже не нужно было действовать на чувство, поражать фантазию, и он, естественно, перестал остерегаться.

Но однажды вечером, во время чтения, он вдруг заметил, что Шарлотта смотрит ему в книгу. В нем проснулась бывшая раздражительность, и он довольно резко ей заметил:

— Неужели нельзя раз навсегда бросить эту дурную привычку, как и многое другое, что неприятно в обществе? Когда я читаю вслух, разве это не то же самое, как если бы я рассказывал? Написанное, напечатанное заступает место моих мыслей, моих чувств, — а разве взял бы я на себя труд говорить, если бы у меня в голове или груди было устроено окошечко и тот, кому я в известной последовательности сообщаю мои мысли, с кем постепенно делюсь чувствами, всякий раз заранее знал бы, что у меня на уме? Когда кто-нибудь заглядывает в книгу, мне кажется, будто меня рвут на части.

Шарлотта, чья находчивость, испытанная и в большом свете, и в тесном кругу, выражалась в том, что она умела предотвратить всякое неприятное, резкое, даже просто слишком страстное суждение, прекратить затягивающийся разговор, а вялый поддерживать, и в данном случае не утратила этой счастливой способности:

— Ты, наверное, простишь мне мой промах, если я объясню, что со мной сейчас было. Я слушала, как ты читаешь о сродстве, и тут же мне пришли на ум мои родственники, два мои двоюродные брата, которые сейчас доставляют мне много забот. Потом мое внимание опять возвратилось к чтению: я услышала, что речь идет уже о неодушевленных предметах, и заглянула к тебе в книгу, чтобы восстановить для себя ход мыслей.

— Тебя смутило и сбilo с толку сравнение, — сказал Эдуард. — Здесь говорится всего-навсего о почвах и минералах, но человек — прямой Нарцисс: всюду он рад видеть свое отражение; он точно фолга, которой готов устлать весь мир.

— Да! — продолжал капитан. — Так человек относится ко всему, что лежит вне его; своей мудростью и своей глупостью, своей волей и своим произволом он наделяет животных, растения, стихии и божества.

— Мне не хочется, — сказала Шарлотта, — отвлекать вас от темы, которой мы сейчас заняты, но не объясните ли вы мне вкратце, что здесь, собственно, разумеется под сродством.

— Постараюсь, — ответил капитан, к которому обратилась Шарлотта, — разумеется, по мере моих сил и так, как меня этому учили лет десять назад и как я вычитал из книг. По-прежнему ли думают на этот счет в ученом мире, соответствует ли это новым учениям, сказать не берусь.

— Все-таки очень плохо, — сказал Эдуард, — что теперь ничему нельзя научиться на всю жизнь. Наши предки придерживались знаний, полученных в юности; нам же приходится переучиваться каждые пять лет, если мы не хотим вовсе отстать от моды.

— Мы, женщины, — сказала Шарлотта, — не вдаемся в такие тонкости; и если уж говорить откровенно, то мне, собственно, важен лишь смысл слова: ведь в обществе ничто не вызывает больших насмешек, чем неправильное употребление иностранного или ученого слова. Я хочу только знать, в каком смысле употребляется в подобных случаях это выражение. А что оно должно значить в науке — это предоставим ученым, которые, впрочем, как я могла заметить, вряд ли придут когда-нибудь к единому мнению.

— С чего бы нам начать, чтобы скорее добраться до сущности? — помолчав, спросил Эдуард капитана, а тот немного подумал и сказал:

— Если мне будет позволено начать по видимости издали, то мы быстро достигнем цели.

— Будьте уверены, что я слушаю с полным вниманием, — сказала Шарлотта, откладывая рукоделье.

И капитан начал:

— Все, что мы наблюдаем в природе, прежде всего существует в известном отношении к самому себе. Странно, может быть, говорить то, что разумеется само собою, но ведь только полностью уяснив себе известное, можно переходить к неизвестному.

— Мне кажется, — перебил Эдуард, — мы сможем и ей и себе облегчить объяснение примерами. Попробуй представить себе воду, масло, ртуть — и ты увидишь единство, взаимосвязь их частей. Это единство они утрачивают только под воздействием какой-нибудь силы или при других таких же обстоятельствах. Как только последние устранены, частицы вновь соединяются.

— Бесспорно, так, — подтвердила Шарлотта. — Дождевые капли быстро сливаются в потоки. И еще в детстве, когда нам случается играть ртутью и разбивать ее на шарики, мы удивляемся тому, что они соединяются вновь.

— Здесь будет уместно, — прибавил капитан, — мимоходом упомянуть об одном существенном явлении, а именно, что это чистое, возможное только в жидком состоянии свойство решительно и неизменно обнаруживает себя шарообразной формой. Падающая дождевая капля круглая; о шариках ртути вы только что говорили сами; даже расплавленный свинец, если он в своем полете успевает застыть, долетает до земли в форме шарика.

— Позвольте мне опередить вас, — сказала Шарлотта, — и, может быть, я угадала ход вашей мысли. Подобно тому как всякий предмет стоит в отношении к самому себе, так он должен иметь отношение и к другим.

— А это отношение, — подхватил Эдуард, — в зависимости от различия веществ будет различно. Иной раз они будут встречаться как друзья и старые знакомые, быстро сближаясь и соединяясь и ничего друг в друге не меняя, как вино при смешивании с водой. Иные, напротив, будут друг другу чужды и не соединятся даже путем механического смешивания или трения; вода и масло, сбланные вместе, все равно отделяются друг от друга.

— Еще немного, — сказала Шарлотта, — и в этих простых формах мы узнаем знакомых нам людей; особенно же это напоминает те круги общества, в которых нам приходилось жить. Но наибольшее сходство с этими неодушевленными веществами представляют массы, противостоящие друг другу в свете: сословия, профессии, дворянство и третье сословие, солдат и мирный гражданин.

— И все же, — заметил Эдуард, — подобно тому как их объединяют законы и нравы, так и в нашем химическом мире существуют посредствующие звенья, которыми можно соединить то, что друг друга отталкивает.

— К примеру, — вставил капитан, — при помощи щелочной соли мы соединяем масло с водой.

— Только не спешите с объяснениями, — произнесла Шарлотта. — Мне хочется доказать, что и я иду с вами в ногу. Но не добрались ли мы уже и до родства?

— Совершенно верно, — ответил капитан, — и мы вас сейчас познакомим с ним во всей его силе. Натуры, которые при встрече быстро понимают и определяют друг друга, мы называем родственными. В щелочах и кислотах, которые, несмотря на противоположность друг другу, а может быть, именно благодаря этой противоположности, всего решительнее ищут друг друга и объединяются, претерпевая при этом изменения, и вместе образуют новое вещество, эта родственность достаточно бросается в глаза. Вспомним известь, которая обнаруживает сильное влечение ко всякого рода кислотам, явное стремление соединиться с ними. Как только прибудет наш химический кабинет, мы вам покажем разные опыты, весьма занимательные и дающие лучшее представление, нежели слова, названия и термины.

— Признаться, — сказала Шарлотта, — когда вы называете родственными все эти странные вещества, мне представляется, будто их соединяет не столько кровное, сколько духовное и душевное родство. Именно так между людьми возникает истинно глубокая дружба: ведь противоположность качеств и делает возможным более тесное соединение. Я готова ждать, какие из этих таинственных влияний мне удастся увидеть воочию. Больше я, — сказала она, обратившись к Эдуарду, — не стану прерывать твое чтение и буду слушать внимательно, так как теперь я лучше в этом разбираюсь.

— Раз уж ты затеяла такой разговор, — возразил Эдуард, — ты так просто не отделаешься: ведь всего интереснее именно сложные случаи. Только в них узнаешь

степени сродства, связи более тесные и сильные, более отдаленные и слабые; сродство становится интересным лишь тогда, когда вызывает развод, разъединение.

— Неужели,— воскликнула Шарлотта,— даже и в естественных науках встречается это грустное слово, которое мы теперь так часто слышим в свете?

— Конечно,— ответил Эдуард.— Недаром в свое время почетным для химии считалось название — искусство разъединять.

— Значит, теперь,— заметила Шарлотта,— оно уже не считается почетным, и это очень хорошо. Больше искусства в том, чтобы соединять, и в этом большая заслуга. Искусство соединения в любой области — желанно. Расскажите же мне, раз уж вы вошли во вкус, нескольких таких случаев.

— Вернемся,— сказал капитан,— опять к тому, о чем мы уже упоминали. Например, то, что мы называем известняком, есть более или менее чистая известковая земля, вошедшая в тесное соединение со слабой кислотой, которая известна нам в газообразном виде. Если кусок известняка положить в разведенную серную кислоту, то последняя, соединяясь с известью, образует гипс, а слабая газообразная кислота улетучивается. Тут произошло разъединение и новое соединение, и мы считаем себя вправе назвать это явление «избирательным сродством», ибо в самом деле похоже на то, что одному сочетанию отдано предпочтение перед другими, что одно сознательно выбрано вместо другого.

— Извините меня, как я извиняю естествоиспытателя,— сказала Шарлотта,— но я бы никогда не усмотрела в этом выбора, скорее уж — неизбежный закон природы, да и то едва ли: ведь в конце концов это, пожалуй, только дело случая. Случай создает сочетания, как он создает воров, и если говорить о ваших веществах, то выбор, как мне кажется, дело рук химика, соединяющего эти вещества. А если уж они соединились, так помогите им бог! В настоящем же случае мне жаль только бедной летучей кислоты, которой опять предстоит блуждать в беспредельности.

— От нее зависит,— возразил капитан,— соединиться с водой, чтобы потом влажной минеральной ключа поить здоровых и больных.

— Гипсу-то хорошо,— сказала Шарлотта,— с ним все в порядке, он стал телом, он обеспечен, а вот вещество, оказавшееся в изгнании, еще, может быть, много натерпится, прежде чем найдет себе пристанище.

— Или я сильно ошибаюсь,— с улыбкой сказал Эдуард,— или в твоих словах скрыт лукавый намек. Признайся, что ты шутишь с нами. Чего доброго, я в твоих глазах — известняк, соединившийся с капитаном, как с серной кислотой, вырванный из твоего общества и превращенный в непокорный гипс.

— Если совесть внушает тебе такие мысли,— ответила Шарлотта,— я могу быть спокойна. Такие иносказания приятны и занимательны, и кто не позабавится подобным сравнением? Но ведь человек на самом деле стоит неизмеримо выше этих веществ, и если он не поспешил на прекрасные слова: «выбор» и «избирательное сродство», то ему будет полезно вновь углубиться в себя и как следует взвесить смысл таких выражений. Мне, к сожалению, достаточно известны случаи, когда искренний, неразрушимый, казался бы, союз двух людей распадался от случайного появления третьего, и одно из существ, связанных такими прекрасными узами, бывало выброшено в пространство.

— Химики в этих делах куда галантнее,— сказал Эдуард,— они присоединяют что-нибудь четвертое, дабы никто не остался без партнера.

— Совершенно верно! — заметил капитан.— Самые значительные и самые примечательные, безусловно, те случаи, когда в действительности наблюдаешь это притяжение, это сродство, это расхождение и соединение как бы крест-накрест, когда четыре вещества, доселе соединенные попарно, будучи приведены в соприкосновение, расторгают свою первоначальную связь и сочетаются по-новому. В этом разделении и соединении, в этом бегстве и в этих поисках друг друга как будто вправду видишь предопределение свыше; таким веществам приписываешь своего рода волю, способность выбора, и тогда термин «избирательное сродство» кажется вполне уместным.

— Опишите мне такой случай,— попросила Шарлотта.

— Тут не следовало бы,— ответил капитан,— ограничиваться одними словесными объяснениями. Я уже говорил, что, как только я смогу показать вам опыты, все станет и нагляднее и занимательнее. А так мне придется утомлять вас

страшными терминами, которые все-таки ни о чем не дадут вам точного представления. Надо своими глазами видеть в действительности эти вещества, как будто безжизненные, но внутренне всегда готовые прийти в движение, надо с участием смотреть, как они друг друга ищут, притягивают, охватывают, разрушают, истребляют, поглощают, а затем, по-иному слившись воедино, выступают в обновленной, неожиданной форме. Вот тогда мы готовы признать в них вечную жизнь, чувства и рассудок, ибо наши собственные чувства кажутся нам недостаточными, чтобы как следует наблюдать за ними, а разум едва ли не бессильным, чтобы их постичь.

— Не стану отрицать,— сказал Эдуард,— что человеку, который ознакомился с научными терминами не наглядным путем, а через понятия, они должны показаться трудными, даже смешными. Однако отношения, о которых у нас была речь, мы покамест легко могли бы обозначить и буквами.

— Если это не покажется вам чем-то педантическим,— продолжал капитан,— то я мог бы кратко выразить мою мысль на языке знаков. Представьте себе некое А, которое так тесно связано с Б, что оторвать его не в состоянии многие средства, даже применение силы; представьте себе некое В, которое точно в таком же отношении находится к Г; теперь приведите обе пары в соприкосновение: А устремится к Г, В устремится к Б, причем нельзя будет даже определить, кто кого бросил первым и кто с кем раньше соединился заново.

— Ну что ж,— перебил капитана Эдуард,— пока мы все это не увидим собственными глазами, примем эту формулу за иносказание и извлечем из него вывод, чтобы сразу же применить его на деле. Ты, Шарлотта, представляешь А, а я — твоё Б, ибо, в сущности, я завишу только от тебя и следую за тобой, как Б за А; В — это бесспорно, капитан, который на сей раз, в известной мере, отвлекает меня от тебя. А чтобы ты не ускользнула в беспредельность, справедливо будет позаботиться для тебя о каком-нибудь Г, а это, без всякого сомнения, милая девица Оттилия, и ты больше не должна возражать против ее приглашения.

— Хорошо! — ответила Шарлотта. — Хотя, как мне кажется, это пример не совсем подходящий, но все же, по-моему, очень удачно, что сегодня наши мысли наконец совпали и что сродство натур и веществ дало нам повод скорее и откровеннее высказать свои взгляды.

В оформлении использованы изображения Дон Кихота, авторы которых: П. Пикассо, Кукрыниксы, А. П. Гончаров, К. Алонсо, Г. Доре. Завершает подборку рисунок Гете, выполненный им в 1788 г.





НАУЧНЫЕ ВСТРЕЧИ

АВГУСТ

VI Международная конференция ИЮПАК по органическому синтезу. Москва. Институт органической химии (117913 ГСП-1 Москва В-334, Ленинский просп., 47, 137-74-79).

Семинар «Жидкостная хроматография эластомеров». Воронеж. ВПО «Союзкаучук» (129832 Москва, ул. Гиларовского, 31, 284-89-15).

Семинар по фотосинтетической продуктивности водных растений. Владивосток. Институт биологии моря (690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159, 96-2-02).

Конференция «Экологическая роль горных лесов». Гор. Бабушкин Бурятской АССР. Институт леса и древесины (660036 Красноярск, Академгородок, 25-22-69).

Совещание «Защитное лесоразведение и повышение плодородия почвы». Раб. пос. Красноярское Новосибирской обл. ЦП НТО лесной промышленности и лесного хозяйства (103062 Москва, ул. Чернышевского, 29, 227-19-08).

Совещание «Совершенствование приемов мелноразной земель». Хабаровск. ЦП НТО сельского хозяйства (101000 Москва, Центр, ул. Кирова, 13, комн. 167, 923-38-72).

Семинар «Механизация производства шампиньонов по многозональной технологии». Подольск Моск. обл. Главное управление производства теплиц (107139 Москва, Орликов пер., 1/11, 251-50-26).

СЕНТЯБРЬ

Конференция «М. В. Ломоносов и значение его деятельности для развития просвещения». Архангельск. Управление учебных за-

ведений Минпроса СССР (113819 Москва, Шаболовка, 33, 234-53-58).

Конференция «Планирование и автоматизация эксперимента в научных исследованиях». Ленинград. Ленинградский электротехнический институт (199664 Ленинград, Университетская наб., 7/9, 218-76-34).

Конференция «Пути повышения эффективности инженерного труда». Воронеж. ЦП Научно-экономического общества (117259 Москва, Б. Черемушнинская, 34, 120-13-21).

Симпозиум «Механоэмиграция и механика твердых тел». Ростов-на-Дону. Ростовский университет (344711 Ростов-на-Дону, ГСП 11, ул. Энгельса, 105, 65-89-74).

Конференция «Физика аэродисперсных систем». Одесса. Научный совет ГКНТ СССР «Аэрозоли и их применение в народном хозяйстве» (103905 Москва, ул. Горького, 11, 229-18-51).

XXIV совещание по физике низких температур. Тбилиси. Институт физики (380077 Тбилиси, ул. Гурамшвили, 6, 37-13-83).

XI конференция по физике сегнетоэлектриков. Черновцы. Институт физики (252650 Киев ГСП, просп. Науки, 144, 65-80-26).

Конференция «Состояние и перспективы разработки и применения сцинтилляторов и сцинтилляционных детекторов в XII пятилетке». Харьков. НПО «Монокристаллреактив» (310141 Харьков, просп. Ленина, 60, 32-44-94).

X конференция по исследованию и применению генераторов низкотемпературной плазмы. Каунас. Институт физико-технических проблем энергетики (233684 Каунас, ул. Метало, 4, 75-24-03).

Конференция «Ионно-плазменная технология». Рязань. Рязанский радиотехнический институт (390024 Рязань, ул. Гагарина, 59/1, 2-18-44).

Совещание по электрохимии органических соединений (ЭХОС-86). Львов. Львовский университет (209602 Львов, Университетская, 1, 74-12-62).

Конференция «Химия непредельных соединений». Казань. Казанский университет (420008 Казань, ул. Ленина, 18, 2-21-32).

Конференция «Современные проблемы химической технологии». Красноярск. Институт химии и химической технологии (660097 Красноярск, ул. К. Маркса, 42, 27-38-31).

III совещание по химии и технологии халькогенов и халько-

генидов. Караганда. Химико-металлургический институт (470032 Караганда, ул. Дзержинского, 63, 51-22-86).

Совещание по применению экстракции в технологии неорганических веществ. Апатиты. Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья (184200 Апатиты, ул. Фермана, 14, 37-54-9).

III конференция по олигомерам. Одесса. Институт химии высокомолекулярных соединений (252660 Киев ГСП, Харьковское ш., 48, 559-64-00).

Совещание «Развитие фосфорной промышленности в двенадцатой пятилетке». Чимкент. КазНИИГИПРОфосфор (486031 Чимкент, пл. Ленина, 3, 3-93-60).

Совещание «Состояние и перспективы развития технологических процессов хлорной промышленности». Калусь. Фрайковской обл. ГосНИПИ хлорной промышленности (109088 Москва, Угрешская ул., 2, 279-46-90).

Конференция «Композиционные полимерные материалы в народном хозяйстве». Ташкент. Ташкентский политехнический институт (700000 Ташкент, ул. Навои, 13, 41-13-12).

V симпозиум по механике конструкций из композиционных материалов. Миасс Челябинской обл. Научный совет АН СССР по механике конструкций из композиционных материалов (456300 Миасс ГСП-199, 2-49 Челябинск, доб. 6-63-79).

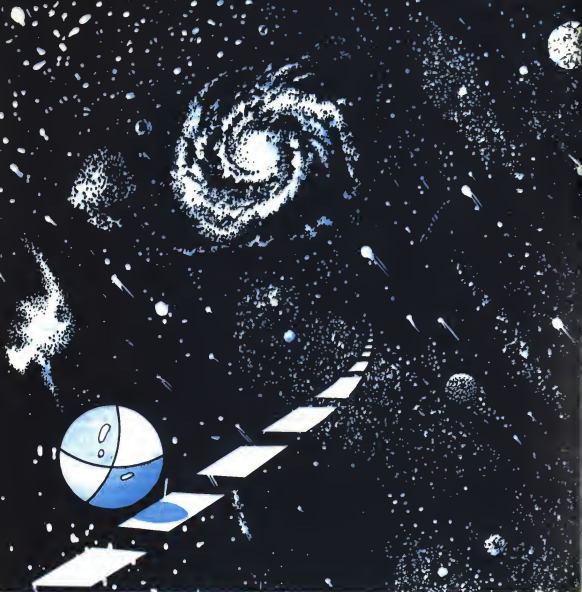
Конференция «Процессы и аппараты производства полимерных материалов, методы и оборудование для переработки их в изделия». Москва. Московский институт химического машиностроения (107884 Москва Б-66, ул. К. Маркса, 21/4, 267-07-01).

VII конференция по синтезу, исследованию свойств и методам определения эффективности химических добавок для полимерных материалов. Тамбов. НИИ химикатов для полимерных материалов (392680 Тамбов 10, ул. Монтажных, 3, 9-52-37).

Семинар «Микрокристаллическая и порошковая целлюлоза, получение и области использования». Ташкент. НИИ химии и технологии хлопковой целлюлозы (700125 Ташкент, просп. М. Горького, 1, 62-57-12).

V конференция «Повышение эффективности процессов добычи и переработки соли». Артемьевск Донецкой обл. ЦНИИТЭИнефтепром (121830 Москва ГСП-2, ул. Воровского, 22, 291-77-85).

*Продолжение
в следующем
номере*



Фантастика

Беспризорник

Святослав ЛОГИНОВ

— Ваши документы?

Ко всему был готов Лиходеев, но только не к этому. Откуда эта фигура в синей форме, с жезлом и погонами появилась здесь, в кабине первого звездолета, отправленного в пробный рейс к ядру Галактики?

— Документы, — настойчиво повторил милиционер и добавил:

— Надеюсь, мне не придется перечис-

лять все правила, которые вы нарушили за последние пять минут.

— Какие документы? — пролепетал Лиходеев.

— Значит, нет документов, — с некоторым даже удовлетворением констатировал милиционер.

К этому времени тренированная психика пилота справилась с первым шоком и Лиходеев начал действовать. Он резко шагнул вперед. Рука его не встретила преграды, изображение милиционера качнулось и лопнуло, как мыльный пузырь, проткнутый пальцем. Так и должно быть; но того, что последовало, быть не должно: милиционер появился в другом углу рубки. И, появившись, сказал скучным голосом:

— Попытка препятствовать инспекто-

ру при исполнении служебных обязанностей отягчает вашу вину.

Лиходеев решил не обращать внимания на плод взбунтовавшейся фантазии и вернулся к своим делам. Но тут оказалось, что звездолет не слушается управления. Мыльный пузырь сочувственно наблюдал за манипуляциями Лиходеева.

— Что меня всегда удивляло в наиболее злостных нарушителях, — сказал призрак, — это какое-то детское упорство. Не пытайтесь скрыться, двигатель заблокирован.

Сомневаться в реальности призрака больше не приходилось. Лиходеев напряг мозг — и нашел верный ответ.

— Эй, — окликнул он инспектора, — вы же на самом деле где-то в другом месте, а здесь только ваше изображение, приспособленное к моей психике. Так?

— Ну... — заколебался призрак.

— Я понял! — возликовал Лиходеев. — Вы представитель высокоразвитой цивилизации, а я, наверное, влез в середину какой-нибудь галактической трассы...

— Межгалактической, — поправил представитель.

— Тем более, — подхватил Лиходеев. — Вы меня приняли за нарушителя, а на самом деле все не так. Мы, человечество, только начинаем выходить в дальний космос. Собственно говоря, это первый сверхсветовой полет.

— А где инструктор?

— Кто? — изумился Лиходеев.

— Тот, кто обучает вас вождению. С дублирующим управлением. Тормоз, сцепление, локатор и все такое.

— Я же сказал, — мягко ответил Лиходеев, решив защищаться до последнего, — что это первый испытательный полет, который...

— Сколько вам лет? — перебил его инспектор.

— Мне? Тридцать два.

— Да не вам, а вашей планете. Галактических лет.

— Не знаю, — растерялся Лиходеев. — Смотря откуда считать. Года два-три. Не знаю.

— Что? — возопил милиционер. — Цивилизациям, которые не достигли четырнадцати галактических лет, вообще запрещается выход на трассу без сопровождения взрослых! Даже на велосипеде. Нет, я этого так не оставляю. Кто у вашей цивилизации родители?

— У нас нет никаких родителей, — протестовал Лиходеев.

— Мальчик, не надо отпираться, — укоризненно сказал милиционер. — Врать — это очень нехорошо. Сейчас мы поедем к тебе домой и я поговорю с твоей мамой. Твою машину я возьму на буксир, ты не бойся.

Звезды на экране дрогнули и начали смешаться. Через полчаса они приняли знакомые очертания — звездолет вошел в Солнечную систему.

— Боже мой! — прочитал галактический инспектор. — Кто бы мог подумать? В наше время, посреди густонаселенной галактики — и вдруг беспризорник! Бедный малыш, — обратился он к Лиходееву, — я представляю, как трудно тебе было без папы, без мамы. Но ты не волнуйся, мы тебе поможем. Скоро сюда приедут лучшие специалисты по воспитанию. Они очень умные. А я подарю тебе от автоинспекции симпатичный манежик.

Звездолет достиг Земли. Лиходеев, еще недавно пытавшийся победоносно доказать свое право на межгалактические перелеты, увидел, как планета задрожала, неестественно вытянулась и распласталась огромным плоским блином. Над земным кругом воздвиглись хрустальные сферы, а из-за края преображенной Земли выметнулся устрашающий хвост китообразного и с шумом ударил по запляскавшей вокруг воде.

— Кажется, неплохо вышло, — удовлетворенно сказал инспектор. — Иди, малыш, играй. Хотя погоди, ты же, наверное, голодный...

Земля еще раз преобразилась. Ее прочертили молочные реки, текущие среди зыбких кисельных берегов. На уединенных островах воздвиглись печеные быки, обильно приправленные толченым чесноком, в полях, под открытым небом, выросли русские печи, готовые испечь пирог всякому, кто не поленится подбросить дров.

— Теперь совсем хорошо, — сказал инспектор онемевшему от изумления Лиходееву. — Ты, детка, поиграй пока один, дядя скоро вернется, — добавил он и исчез.

Звездолет приземлился на центральной космодроме. Никто, впрочем, не обернулся в его сторону. Все локаторы были развернуты к лесу, туда, где на поляне у ручья, среди мотыльков и стрекоз, тихо кружился хоровод русалок.

Впечатлительные пасюки

Почему кто-то шелкает свои задачи, как орешки, а кто-то бьется над ними долго и безуспешно?

Опыты, поставленные группой исследователей из МГУ («Доклады АН СССР», 1985, т. 284, № 3, с. 759), подтвердили гипотезу недавно скончавшегося члена-корреспондента АН СССР Л. В. Крушинского: одна из веских причин такого разноразличия — различия в уровнях возбудимости.

Белых лабораторных крыс заставляли выполнять тест: двигали кормушку с аппетитной едой влево или вправо за ширмой, в которой проделана щель. Зверек, заинтересованно наблюдающий движение, должен был совершить экстраполяцию — смекинуть, куда ползла скрывающаяся с глаз примаанка, и добраться до нее кратчайшим путем.

Изнеженные лабораторные животные в этой игре не блистали, правильное решение им удавалось найти куда реже, чем их шустрой дикой родне — обыкновенным серым пасюкам. Но вот опыт видоизменили.

Белым несмышляшкам вживили в мозг электроды для электростимуляции. Теперь наградой за верное решение служила не пища, а возбуждающий, поднимающий настроение электрический разряд, который крысы вызывали самостоятельно, нажимая педаль. Действие его проходило не сразу, и на следующий опыт зверек выходил как бы вдохновленным.

Результаты сразу изменились. За педалью стимулятора белые крысы гонялись куда успешнее, чем пасюки, у которых такие же разряды, наоборот, будто отшибали ум. Получилось, что серые разбойники, изводящие людей своими дерзкими, изобретательными налетами на амбары и кладовки, от природы ничуть не гениальнее своих лабораторных собратьев — они лишь более возбудимы. Притом их впечатлительность, видимо, находится на некоем оптимальном для «умственной» деятельности уровне: превышение его с помощью стимулятора приводит к перевозбуждению, как бы временному помешательству, снижающему адекватность поведения.

Не открывает ли этот результат новый путь в борьбе с крысиной напастью? Что, например, если сызальства учить пасюков музыке, танцам и прочим утончающим душу изящным искусствам? Не иачнут ли они топиться от переживаний, как жертвы дудочки сказочного Крысолова?

В. КОТЬ



Пишут, что...

...при урологических операциях вместо транквилизаторов можно применять тихую медленную музыку с четко выраженным ритмом («Medical Tribune», 1985, т. 20, № 19, с. 2)...

...у планеты Юпитер обнаружены кольца («Science Digest», 1985, т. 128, № 9, с. 135)...

...анализ ДНК позволяет практически безошибочно устанавливать родственные связи («New Scientist», 1985, № 1481, с. 19)...

...устройство для обогащения топлива и топливно-воздушной смеси в 2—3 раза снижает содержание СО в выхлопных газах и на 3—5 % уменьшает расход горючего («Изобретения стран мира», 1985, вып. 61, № 8, с. 4)...

...возраст сосны можно определить по расстоянию между трещинами коры на уровне корневой шейки (Авторское свидетельство СССР № 1173951)...

...специализированная ЭВМ, производящая 10 млрд. операций в секунду, сможет рассчитать массу протона не менее чем за год непрерывной работы («Science News», 1985, т. 128, № 6, с. 88)...

...для определения кормовой ценности сена из люцерны можно использовать инфракрасную спектроскопию в ближней инфракрасной области («Agricultural Research», 1985, т. 33, № 8, с. 6)...

Дороже золота

Когда хотят подчеркнуть высокую ценность какой-либо вещи, то говорят, что она на вес золота. Много это или мало? Сейчас на мировом рынке одна так называемая тройская унция золота (около 31 г) стоит примерно 400—500 долларов. Конечно, некоторые драгоценные камни стоят гораздо дороже, однако и среди невзрачных веществ, не блещущих красотой, есть такие, которые ценятся дороже золота в тысячи раз.

Прежде всего, это яды различных животных, используемые в качестве лекарств, для изготовления противоядий, а также необходимые для биохимических исследований.

Так, унция яда самки американского каракурта стоит два миллиона триста шестьдесят тысяч долларов;

унция яда большого волосатого шмеля — миллион сто тридцать четыре тысячи долларов;

унция яда змеи африканский бумсланг — двести восемьдесят три тысячи долларов;

унция яда скорпиона — двести семьдесят шесть тысяч долларов;

унция яда североамериканской коралловой змеи — пятьдесят шесть тысяч долларов;

унция яда морской змеи — сорок три тысячи долларов;

унция яда змеи индийский краст — четырнадцать тысяч долларов...

Откуда такие цены? Конечно, дорого то, что трудно добыть. За один прием взрослая змея может дать лишь несколько десятков капель яда, причем повторную «дойку» можно производить лишь примерно через месяц — именно за это время в организме змеи вырабатывается новая порция яда. Значит, чтобы добывать яд постоянно и в заметных количествах, нужно содержать целое стадо змей. Уход за таким ядовитым стадом сложен и опасен; в неволе змеи часто болеют и умирают. Разводить змей в неволе тоже нелегко, а ловить свежее змеиное пополнение способны лишь немногие смельчаки. Еще сложнее добывать яд насекомых и морских обитателей — ведь некоторые из них относятся к редчайшим видам.

Однако астрономические цены не смущают потребителей токсиков: они расходуются на унции, а миллиграммами и притом приносят людям совершенно неоцененную пользу, исцеляя больных, спасая укушенных и помогая ученым раскрывать тайны живой природы.

Н. КОЛПАКОВ



Пивнут, что...

...из 800 тыс. промышленных химикатов, начавших выпускаться с 1940 г., проверены на токсичность только 100 тыс. («Science News», 1985, т. 127, № 15, с. 237)...

...некоторые люди храпят во сне с громкостью, превышающей громкость шума отбойного молотка («New Scientist», 1985, № 1486, с. 46)...

...разрабатывается компьютер, способный синхронно переводить разговорную речь с одного языка на другой («Business Week», 1985, № 2912, с. 90 D)...

...появление автоматизированных сельскохозяйственных ферм так же неизбежно, как появление автоматизированных промышленных предприятий («New Scientist», 1985, № 1483, с. 56)...

...создаются роботы для дойки коров («New Scientist», 1985, № 1477, с. 30)...

...заболевание сахарным диабетом можно обнаружить по повышению электропроводности кожи спины (Авторское свидетельство СССР № 1145996)...

...90% людей способны ощущать запах бытового газа в концентрации, составляющей 20% от нижнего предела воспламеняемости («American Industrial Hygiene Association Journal», 1985, т. 46, № 3, с. 115)...

...в организме городских собак содержится повышенное количество свинца («Archivio Veterinario Italiano», 1985, т. 36, № 1—2, с. 13)...



П. ПАЛЕСИХУ, Кандалакша Мурманской обл.: Серу вообще не синтезируют, так как она часто встречается в самородном виде; ее просто отделяют от примесей, выплавляя горячей водой под давлением.

А. В. ЗОТКИНУ, Москва: Приведенный в вашем письме способ получения альфа-нафтилукусной кислоты из доступных веществ был после тщательных поисков обнаружен в «Журнале прикладной химии», 1959, т. 32, с. 1409.

С. ЮНИЧЕНКО, Запорожье: Практические советы, как обращаться с книгами, как их чистить и ремонтировать, есть в книге Р. Тимаева «Живи, книга!», М.: Молодая гвардия, 1980.

С. ПЕТРЕНКО, Днепропетровск: В составе эпоксидной композиции пластификатор дибутилфталат вполне можно заменить касторовым маслом.

И. С. НИКУЛИНУ, Челябинск: Единственный способ предохранить фотографический растров от кристаллизации при хранении — сделать его менее концентрированным.

КЛИМОВУ, Красноярский край: Цвета жировых карандашей всегда резкие, «открытые», без полутонов, а для получения оттенков попробуйте использовать театральные гримы.

Н. Ю. РАЗДРОТИНУ, Ленинград: Цифры «60» и «70» на хозяйственном мыле указывают процентное содержание жирных кислот (в туалетном мыле оно обычно больше).

Т. ЗУБКОВОЙ, Норильск: Специальности «технология парфюмерии» в вузах нет, близкая к ней специальность «технология жиров» есть в Краснодарском, Харьковском и Ташкентском политехнических институтах, а также во Всесоюзном заочном институте пищевой промышленности.

Ж. ШАЛАПЕНИНОЙ, Нижневартовск Тюменской обл.: В концентратах, в том числе в супах из пакетиков, никаких вредных веществ нет, но при сушке теряется часть витаминов, да и по вкусу такой суп уступает, конечно, только что приготовленному.

А. А. ВОЛКОВУ, Тамбовская обл.: Плесень на ржаном хлебе образуется медленнее и реже, чем на пшеничном, из-за его более высокой кислотности.

И. Н. ЧЕРНИГОВСКОМУ, Ленинград: Обогащение витаминами кондитерских изделий (что случается нечасто) и хлеба (это делают гораздо чаще) не заменит нам фруктов, ягод и овощей, в которых помимо витаминов есть целый комплекс биологически активных веществ, причем в очень удачном для нашего организма соотношении.

В. ПЕТРОВСКОМУ, Минск: Витамин В₁ разрушается под действием никотиновой кислоты (витамина РР), поэтому их и не разрешают смешивать при инъекции в одном шприце.

Л. Н. НИКОЛАЕВОЙ, Кишинев: Близкий к фианиту искусственный камень выпускается в Швейцарии под названием «дjeeвeлит», в его основе также оксид циркония, но стабилизатор иной, нежели в фианите.

О. В. РОЩИНУ, Москва: Мы перестали печатать на корешке журнала его название, год и номер, поскольку стандарт разрешает делать это только журналам достаточной толщины, а при наших 96 страницах надпись то и дело съезжала в сторону...

Редакционная коллегия:

И. В. Петрянов-Сokolov (главный редактор),
П. Ф. Баденков,
В. Е. Жвирблис,
В. А. Легасов,
В. В. Листов,
В. С. Любаров,
Л. И. Мазур,
В. И. Рабинович (ответственный секретарь),
М. И. Рохлин (зам. главного редактора),
Н. Н. Семенов,
А. С. Хохлов,
Г. А. Ягодин

Редакция:

З. Ю. Буттаев (художник),
М. А. Гуревич,
Ю. И. Зварич,
А. Д. Иорданский,
И. Е. Клягиди,
А. А. Лебедиский (художественный редактор),
О. М. Либкин,
Э. И. Михлин (зав. производством),
В. Р. Полищук,
В. В. Стайцо,
С. Ф. Старикович,
Л. Н. Стрельникова,
Т. А. Сулаева (зав. редакцией),
С. И. Тимашев,
В. К. Черникова,
Р. А. Шульгина

Номер оформили художники:

В. М. Адамова,
Г. Ш. Басыров,
Р. Г. Бикмухаметова,
Ю. А. Ващенко,
В. С. Любаров,
С. П. Тюнин

Корректоры

Л. С. Зенович, Г. Н. Шаминя
Сдано в набор 16.01.1986 г.
Т00230.

Подписано в печать 10.02.1986 г.

Бумага 70×108¹/₁₆.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,4.

Усл.-кр. отт. 7748 тыс.

Уч.-изд. л. 11,3.

Бум. л. 3. Тираж 325 570 экз.

Цена 65 коп. Заказ 57.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
АДРЕС РЕДАКЦИИ:
117333 Москва В-333,
Ленинский проспект, 61
Телефоны для справок:
135-90-20, 135-52-29

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР
по делам издательства,
полиграфии и книжной торговли
142300 г. Чехов Московской области

© Издательство «Наука»
«Химия и жизнь», 1986

Похоже, заученная с детства простейшая формула бережливости — «Уходя, гасите свет!» — пошла на пользу. Специалисты заметили: вот уже который год средний расход электроэнергии на освещение квартиры (однокомнатной или трехкомнатной — существенной роли не играет) остается примерно на одном уровне — 300—400 кВт.ч в год или же около одного кВт.ч в день. Хотя люстр, торшеров и других светильников продается все больше, и лампочек мы вворачиваем больше, чем, скажем, десять лет назад. Но коль расход электричества и впрямь не растет, значит, научились мы, выходя из комнаты, щелкать выключателем. Но можно ли считать нынешний расход — рекордом рачительности? Отнюдь.

Начнем с чистоты лампочек. Хорошо протертая лампочка светит на 10—15 % ярче грязной, запыленной. Еще совет: реже пользоваться верхним светом. Почему? Из школьной физики известно, что освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния от светового источника. Так что 60 Вт в настольной лампе обычно заменяют 200 Вт под потолком. А на кухне вполне достаточно большую часть вечера освещать лишь плиту и кухонный стол. И экономнее, и уютнее.

Кстати, о кухне. Самый расточительный из бытовых электроприборов — это пли-

та. Средний телевизор расходует за год около 300 кВт.ч, холодильник — примерно 450, а электроплита — больше тысячи. Выходит, что в плите заложены главные резервы экономии.

Для большинства кулинарных процедур мощный нагрев и не нужен. На большой конфорке, включенной на полную мощность, надо лишь довести жидкость до кипения, а варить большую кастрюлю борща или бульона можно и на маленькой конфорке, накаленной в четверть силы.

И, наконец, кастрюля. Она может быть экономной, а может быть и расточительной. Если ее диаметр 15 см, а конфорки — 18 см, то 30 % энергии идет на трансформацию кухни в сауну. Кастрюля должна чуть перекрывать конфорку и плотно прилегать дном к ней. Вогнутое дно (зазор всего 5 мм) приводит к 40 %-ному перерасходу электроэнергии. Еще хуже кастрюли с выпуклым дном: они расточают 60 % электричества, а заодно примерно столько же нашего времени. Выходит, на одной кухонной утвари можно сэкономить сотни киловатт-часов.

Еще несколько советов — в разделе «Домашние заботы» этого номера.



Издательство «Наука»,
«Химия и жизнь»,
1986 г., № 3,
1—96 стр.
Индекс 71050.
Цена 65 коп.